

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-211465

(P2001-211465A)

(43) 公開日 平成13年8月3日(2001.8.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 4 N 13/04		H 0 4 N 13/04	2 H 0 5 9
G 0 3 B 35/00		G 0 3 B 35/00	Z 5 C 0 6 1
G 0 9 F 9/00	3 1 3	G 0 9 F 9/00	3 1 3 5 G 4 3 5
	3 6 1		3 6 1

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2000-24673(P2000-24673)
(22) 出願日 平成12年1月28日(2000.1.28)
(31) 優先権主張番号 特願平11-324386
(32) 優先日 平成11年11月15日(1999.11.15)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

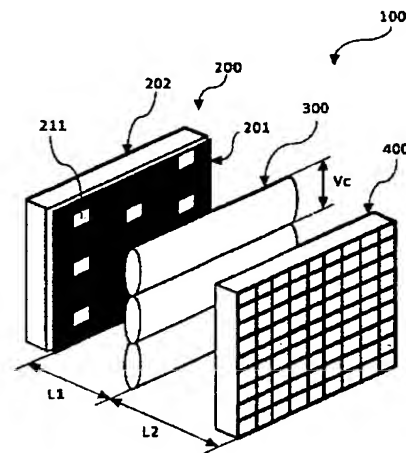
(71) 出願人 598041511
有限会社 ヒットデザイン
神奈川県秦野市名古屋1202番地の7
(72) 発明者 松本 和実
神奈川県秦野市名古屋1202番地の7 有限
会社ヒットデザイン 内
(74) 代理人 100084261
弁理士 笹井 浩毅
Fターム(参考) 2H059 AA25 AA35 AB04 AB13
5C061 AA06 AA11 AA20
5G435 AA00 AA18 BB15 CC09 CC11
CC12 DD04 DD09 EE26 FF13
GG01 GG23 GG26

(54) 【発明の名称】 3次元画像表示方法およびそれを用いた3次元画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】特殊なメガネを要せず、多眼化が容易で、しかも2次元画像への切り替えが可能で、かつ薄型に構成できる3次元画像表示方法および3次元画像表示装置を提供する。

【解決手段】視差数 p 、 $p = q \times r$ としたとき、 q 行 q 列の行列の互いに同じ行同じ列に属さない q 箇所に発光ユニットを配置した単位発光ブロックを縦横の行列状に並べた光源手段200と、横シリンドリカルレンズアレイ300と、画像用ディスプレイデバイス400とを用意し、各発光ユニット211から放射状に射出する光束を、水平断面では表示面を p 画素分の幅以上で通過させ、横シリンドリカルレンズアレイ300のレンズ作用で垂直断面では表示面上で $(q-1)$ 画素おきに集光しその後上下に拡散させることで、隣接して縦列を成す帯状領域ごとに異なる水平視差画像が視認される観察領域を形成する。



100...3次元画像表示装置
200...光源手段
201...マスク基板
202...発光光源
211...発光ユニット
300...横シリンドリカルレンズアレイ
400...画像用ディスプレイデバイス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】所定の観察領域に向けて垂直視差を放棄した水平視差のみの立体像を表示する 3 次元画像表示方法において、

視差数を p とし、 q および r を $p = q \times r$ の関係を有する 2 以上の整数とし、

q 行 q 列の行列状の領域の互いに同じ行および同じ列に属さない q 箇所の部分領域のそれぞれに発光ユニットを配置した単位発光ブロックを複数行列状に並べた光源手段と、水平方向に母線を持つ横シリンドリカルレンズアレイと、透過型の画像用ディスプレイデバイスとを有し、

前記透過型の画像用ディスプレイデバイスに、互いに異なる視差をもった p 枚の視差画像画面の略同一部位の画素をそれぞれ 1 個ずつ計 p 個抜き出して所定の順序で q 行 r 列の行列状に配置した単位表示ブロックであって p 個の画素の配列パターンの異なる q 種類のものを複数行列状にならべて視差数分の視差画像を合成した合成画像であってその各行に異なる視差を持った p 個の画素が前記観察領域に表示すべき視差画像の並び順で繰り返し並ぶように配列した合成画像を表示し、

前記単位発光ブロックの前記発光ユニット上の 1 点より放射状に射出する光束が、水平断面では前記画像用ディスプレイデバイスの表示面を少なくとも画素 p 個分の幅に広がって通過するとともに画素 p 個分の幅に広がって前記表示面を通過した光束が前記観察領域の左端から右端に広がって到達するようにし、垂直断面では前記横シリンドリカルレンズアレイのレンズ作用によって前記画像用ディスプレイデバイスの表示面において n を 1 以上の整数として、画素 $(n \times q - 1)$ 個おきの画素毎に略集光しかつ前記画像用ディスプレイデバイスを通じたのちに垂直方向に拡散するようにすることで、隣接して縦列を成す帯状領域ごとに異なる水平視差画像が視認される観察領域を形成することを特徴とする 3 次元画像表示方法。

【請求項 2】所定の観察領域に向けて垂直視差を放棄した水平視差のみの立体像を表示する 3 次元画像表示方法において、

視差数を p とし、 q および r を $q \geq 2$ 、 $r \geq 1$ で $p = q \times r$ の関係を有する整数とし、 q 行 q 列の行列状の領域の互いに同じ行および同じ列に属さない q 個の部分領域のそれぞれに発光ユニットを配置した単位発光ブロックを複数行列状に並べた光源手段と、水平方向に母線を持つシリンドリカルレンズから成る横シリンドリカルレンズアレイと、透過型の画像用ディスプレイデバイスとを有し、

前記透過型の画像用ディスプレイデバイスに、互いに異なる視差をもった p 枚の視差画像画面の略同一部位の画素をそれぞれ 1 個ずつ計 p 個抜き出して所定の順序で q 行 r 列の行列状に配置した単位表示ブロックであって p

個の画素の配列パターンの異なる q 種類のものを複数行列状にならべて視差数分の視差画像を合成した合成画像であってその各行に異なる視差画像に属する p 個の画素が前記観察領域に表示すべき視差画像の並び順で繰り返し並ぶように配列した合成画像を表示し、

前記単位発光ブロックの前記発光ユニットから放射状に射出する光束が、水平断面では前記画像用ディスプレイデバイスの表示面を少なくとも画素 p 個分にまたがる幅に広がって通過するとともに画素 p 個分にまたがる幅に広がって前記表示面を通過した光束が前記観察領域の左右に広がって到達するようにし、垂直断面では前記横シリンドリカルレンズアレイのレンズ作用によって前記画像用ディスプレイデバイスの表示面において n を 1 以上の整数として、画素 $(n \times q - 1)$ 個おきの画素毎に略集光しかつ前記画像用ディスプレイデバイスを通じたのちに垂直方向に拡散するようにすることで、隣接して縦列を成す帯状領域ごとに異なる水平視差画像が視認される観察領域を形成することを特徴とする 3 次元画像表示方法。

【請求項 3】前記単位発光ブロックの縦横の長さをそれぞれ V_s 、 H_s とし、前記単位表示ブロックの縦横の長さをそれぞれ V_d 、 H_d とし、前記横シリンドリカルレンズアレイのピッチを V_c とし、前記光源手段と前記横シリンドリカルレンズアレイとの距離を L_1 とし、前記横シリンドリカルレンズアレイと前記画像用ディスプレイデバイスの表示面との距離を L_2 とし、前記画像用ディスプレイデバイスの表示面と所定の観察位置との距離を L_3 とし、前記横シリンドリカルレンズの垂直断面内の焦点距離を f_v としたとき、

$$\begin{aligned} 1/f_v &= 1/L_1 + 1/L_2 \\ V_s : V_d &= L_1 : L_2 \\ V_s : V_d &= (L_1 + L_2 + L_3) : L_3 \\ V_s : 2(V_c/n) &= (L_1 + L_2 + L_3) : (L_2 + L_3) \end{aligned}$$

$$H_s : (q \times H_d) = (L_1 + L_2 + L_3) : L_3$$

なる関係を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の 3 次元画像表示方法。

【請求項 4】前記単位発光ブロックの縦横の長さをそれぞれ V_s 、 H_s とし、前記単位表示ブロックの縦横の長さをそれぞれ V_d 、 H_d とし、前記横シリンドリカルレンズアレイのピッチを V_c とし、前記光源手段と前記横シリンドリカルレンズアレイとの距離を L_1 とし、前記横シリンドリカルレンズアレイと前記画像用ディスプレイデバイスの表示面との距離を L_2 とし、前記画像用ディスプレイデバイスの表示面と所定の観察位置との距離を L_3 とし、前記横シリンドリカルレンズの垂直断面内の焦点距離を f_v としたとき、

$$\begin{aligned} 1/f_v &= 1/L_1 + 1/L_2 \\ V_s : V_d &= L_1 : L_2 \\ n/V_c &= 1/V_s + 1/V_d \end{aligned}$$

$Hs : (q \times Hd) = (L1 + L2 + L3) : L3$
なる関係を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の3次元画像表示方法。

【請求項5】前記横シリンドリカルレンズアレイは、電極付き透明基板一对の間に液晶層を配置したものであり、前記電極付き透明基板一对のうち少なくとも一方の透明基板に形成する電極は、所定間隔を開けて垂直方向に並ぶ複数本の水平方向に延びた線状電極から成る線状電極アレイであり、前記電極付き透明基板一对の電極間に所定の電位差を与えることにより前記液晶層にレンズ機能を持たせることを特徴とする請求項1、2、3または4に記載の3次元画像表示方法。

【請求項6】前記光源手段と、前記画像用ディスプレイデバイスの観察者側の表示面の近傍との間に透過状態と拡散状態との2状態の切り替えができる拡散性制御手段を有し、前記光源手段を点灯した状態で、前記拡散性制御手段の前記2状態を切り替えることにより3次元画像表示と2次元画像表示とを切り替えることを特徴とする請求項1、2、3、4または5に記載の3次元画像表示方法。

【請求項7】前記横シリンドリカルレンズアレイは、電極付き透明基板一对の間に液晶層と高分子分散型液晶の層とを積層して配置したものであり、前記電極付き透明基板一对のうち前記液晶層と接する透明基板に形成する電極を、所定間隔を開けて垂直方向に並ぶ複数本の水平方向に延びた線状電極から成る線状電極アレイとし、前記高分子分散型液晶の層に接する他方の透明基板に形成する電極を透明な面状電極とし、3次元画像を表示する際には、前記線状電極と前記面状電極との間に電圧を印加して前記液晶層にレンズ機能を持たせるとともに前記高分子分散型液晶の層を透明にし、2次元画像表示に切り替える際には、前記線状電極と前記面状電極との間に電圧を印加しないことにより前記高分子分散型液晶の層に光を拡散する機能を持たせることを特徴とする請求項1、2、3、4、5または6に記載の3次元画像表示方法。

【請求項8】前記線状電極のうちの一部のものと前記透明な面状電極との間にだけ電圧を印加することにより、3次元画像表示と2次元画像表示とを混在させることを特徴とする請求項7に記載の3次元画像表示方法。

【請求項9】前記q行q列の行列状の領域から略均等に拡散光が射出し得るように前記各単位発光ブロックのうち前記発光ユニットを配置していない部分に所定のサブ光源を配置し、3次元画像を表示する際には前記発光ユニットのみを点灯し、

2次元画像を表示する際には前記サブ光源を点灯して前記単位発光ブロックの全領域から略均等に光を放射状に射出することを特徴とする請求項1、2、3、4または5に記載の3次元画像表示方法。

【請求項10】前記光源手段を、前記発光ユニットに相当する箇所に開口を有するマスク基板と、前記マスク基板を裏面から照明する面状光源とから構成したことを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9に記載の3次元画像表示方法。

10 【請求項11】前記光源手段の前記各発光ユニットを、自発光型の発光部で構成したことを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9に記載の3次元画像表示方法。

【請求項12】前記光源手段を、透過型の光源用ディスプレイデバイスと、前記光源用ディスプレイデバイスを裏面から照明する面状光源とから構成し、

3次元画像を表示する際には、前記発光ユニットに相当する箇所にだけ開口を有するマスクパターンを前記光源用ディスプレイデバイスに表示して前記面状光源を前記発光ユニットとして機能させ、

2次元画像を表示する際には、前記光源用ディスプレイデバイスに表示するマスクパターンを前記単位発光ブロックの全領域から略均等に拡散光が射出されるように設定することで前記面状光源を前記サブ光源としても機能させることを特徴とする請求項9に記載の3次元画像表示方法。

【請求項13】前記サブ光源を自発光型の発光部で構成したことを特徴とする請求項9に記載の3次元画像表示方法。

30 【請求項14】前記サブ光源の一部を点灯することで2次元画像と3次元画像との混在表示を行うことを特徴とする請求項9、12または13に記載の3次元画像表示方法。

【請求項15】前記画像用ディスプレイデバイスの各画素を、RGB横ストライプのサブ画素によって構成して、見込角の違いによる画素毎のカラーバランスの偏りを抑止するとともに、

前記光源手段の3次元画像表示に用いる各発光ユニットを、RGB横ストライプのカラーフィルターにより、またはRGB横ストライプの発光部分により各原色の発光部分に分け、

前記光源手段の各原色の発光部分と、前記画像用ディスプレイデバイスの各原色のサブ画素との、同じ原色のもの同士が光学的に共役な関係になるように配置することにより、

加工上の誤差または光学的な収差に起因する視差画像同士のクロストークを抑止することを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13または14に記載の3次元画像表示方法。

50 【請求項16】RGB各原色分の前記光源手段を、異なる

る原色の発光ユニット同士が重ならないように配置し、各原色の光源手段を互いに同時に点灯しないように順次点滅し、その点滅に同期するように前記透過型の画像用ディスプレイデバイスに各原色に対応する画像を順次表示し、残像効果により観察者に RGB 各原色の 3 次元画像が合成されたフルカラー 3 次元画像を視認せしめることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13 または 14 に記載の 3 次元画像表示方法。

【請求項 17】垂直方向に延びた線状光源が、所定の間隔をあけて水平方向に並ぶ線状光源アレイと、前記線状光源アレイより観察者側に置かれ、視差数分の視差画像のそれぞれを縦ストライプ状に分解し所定の順序で交互に並べて 1 つの画像に合成した縦ストライプ状の合成画像を表示する透過型の画像用ディスプレイデバイスとによって、所定の観察領域に向けて垂直視差を放棄した水平視差のみの立体像を表示する 3 次元画像表示方法において、

前記線状光源のそれぞれを、RGB の 3 原色の発光部を周期的に縦方向に並べて構成し、

前記画像用ディスプレイデバイスの各画素を、RGB 横ストライプのサブ画素によって構成し、

前記線状光源アレイと、前記画像用ディスプレイデバイスとの間に水平方向に母線を持つ横シンドリカルレンズアレイを配置し、

前記線状光源アレイの各原色の発光部と、前記画像用ディスプレイデバイスの各原色のサブ画素との、同じ原色のもの同士が光学的に共役な関係になるように配置することにより、前記線状光源アレイから発する光線の利用率を向上させることを特徴とする 3 次元画像表示方法。

【請求項 18】前記横シンドリカルレンズアレイの代わりに、垂直断面と水平断面とでレンズ作用の異なる光学ユニットを行列状に並べて成る結像用光学系を有し、前記結像用光学系のレンズ作用により垂直断面においては前記単位発光ブロックそれぞれの像を前記画像用ディスプレイデバイスの表示面に結像させ、水平断面においては前記単位発光ブロックそれぞれの像を前記画像用ディスプレイデバイス表示面付近の光源側または観察者側に結像させることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7 または 8 に記載の 3 次元画像表示方法。

【請求項 19】前記結像用光学系が、垂直方向に母線を持つシンドリカルレンズから成る縦シンドリカルレンズアレイと水平方向に母線を持つシンドリカルレンズから成る横シンドリカルレンズアレイとを組み合わせるか、

または、ハエの目レンズ板と前記縦シンドリカルレンズアレイあるいは前記横シンドリカルレンズアレイとを組み合わせるか、

または、トーリックレンズアレイによって成ることを特徴とする請求項 18 に記載の 3 次元画像表示方法。

【請求項 20】請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18 または 19 に記載の 3 次元画像表示方法を用いたことを特徴とする 3 次元画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の観察領域に向けて垂直視差を放棄した水平視差のみの立体像を表示する 3 次元画像表示方法およびこれを用いた 3 次元画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータやテレビジョン用の 3 次元画像表示装置では、(1) 観察に特殊なメガネを必要としないこと、(2) 広い観察領域で高精細な 3 次元画像を観察できること、(3) 2 次元画像表示において 2 次元画像専用の表示装置と同等の画質をもつこと、(4) ノート型や壁掛け型などの薄型に構成できること、などの要件を満足することが望ましい。

【0003】すでに実用化されているレンチキュラー方式のものやバラックスバリア方式ものは、特殊なメガネを必要とせず、また薄型に構成できるので、要件 1 および要件 4 を満足している。しかし、それらは要件 2 および要件 3 については、はなはだ不十分であり実用的な段階には至っていない。

【0004】そこで、要件 2 または要件 3 を達成するために様々な提案がなされている。まず要件 2 の広い領域で観察できる 3 次元画像の表示方法としては、多眼方式や視点追従方式等が提案されている。前者は常時に多方向に向けて多くの視差画像を表示する方式であり、後者は観察者の動きに追従して 3 次元画像の観察領域を移動させる方式である。

【0005】しかし、レンチキュラーシートやバラックスバリアを使用した多眼方式の従来技術は、ディスプレイデバイスの画面上に、視差数分の視差画像のそれぞれを縦ストライプ状に分解し所定の順序で交互に並べて 1 つの画像にした縦ストライプ状の合成画像を表示するため、視差数が増すにつれて表示画像の解像度が著しく劣化するという問題があった。この問題を解決するために、米国特許 5,036,385 号 (特開平 2-284135 号) では、規則的に点滅する縦ストライプ状光源アレイと、それと同期して表示画像を書き替える透過型のディスプレイデバイスとを組み合わせる時分割による 3 次元画像表示の高精細化技術が開示されている。

【0006】一方、時分割によらない高精細化の提案としては、本発明者による特願平 11-218582 号がある。これは、ディスプレイデバイスの画素の配列構造に着目して、ストライプ状の画素配列ではなく行列状の画素配列にすることにより高精細な多眼 3 次元画像表示を達成したものである。

【0007】要件 3 の高精細な 2 次元表示に切り替え可

能な3次元画像の表示方法としては、表示画面の各画素を発する光を、指向性をもつ光から指向性をもたない拡散光に切り替える方式が特開平5-284542号や米国特許5,410,345号等に開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】現時点の技術レベルでは、TN（ツイステッド・ネマティック）液晶を使用した場合、液晶ディスプレイデバイスの画面の書き替えに、最短のものでも数ms程度を要するので、米国特許5,036,385号（特開平2-284135号）に

開示されているような時分割による3次元画像表示の高精細化では、視差方向数を多くとれず、その割に高価な構成になるという問題があった。

【0009】また本発明者による特願平11-218582号に示した方法は原理的に優れているものの、複雑なプリズムシートを必要とするのでその製造が難しいという問題があった。

【0010】一方、特開平10-78563号等で提案されている視点追従方式は原理的に多人数の観察が困難であるばかりでなく、観察者の位置を検出する装置と視差画像情報を荷なう光の指向性を制御する装置とが不可欠で、そのために視点非追従の3次元画像表示装置に比べて高価になるという問題があった。

【0011】また要件3の高精細な2次元表示に切り替え可能な3次元画像の表示方法として特開平5-284542号や米国特許5,410,345号等に開示された技術では、3次元画像専用の表示装置に比べて構造が複雑化したり大型化して高価になるという問題があった。

【0012】本発明は、このような従来の技術が有する問題点に着目してなされたもので、特殊なメガネを必要とせず、多眼化が容易で、しかも高解像度の2次元画像表示や3次元画像と2次元画像との混在表示への切り替えが可能で、かつ薄型に構成できる3次元画像表示方法および当該方法を用いた3次元画像表示装置を提供することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するための本発明の要旨とするところは、次の各項の発明に存する。

【1】所定の観察領域に向けて垂直視差を放棄した水平視差のみの立体像を表示する3次元画像表示方法において、視差数を p とし、 q および r を $p = q \times r$ の関係を有する2以上の整数とし、 q 行 q 列の行列状の領域の互いに同じ行および同じ列に属さない q 箇所の部分領域のそれぞれに発光ユニット（211）を配置した単位発光ブロック（210）を複数行列状に並べた光源手段（200）と、水平方向に母線を持つ横シリンダリカルレンズアレイ（300）と、透過型の画像用ディスプレイデバイス（400）とを有し、前記透過型の画像用ディ

スプレイデバイス（400）に、互いに異なる視差をもった p 枚の視差画像画面の略同一部位の画素をそれぞれ1個ずつ計 p 個抜き出して所定の順序で q 行 r 列の行列状に配置した単位表示ブロック（410、510）であって p 個の画素の配列パターンの異なる q 種類のものを複数行列状にならべて視差数分の視差画像を合成した合成画像であってその各行に異なる視差を持った p 個の画素が前記観察領域に表示すべき視差画像の並び順で繰り返し並ぶように配列した合成画像を表示し、前記単位発光ブロック（210）の前記発光ユニット（211）上の1点より放射状に射出する光束が、水平断面では前記画像用ディスプレイデバイス（400）の表示面を少なくとも画素 p 個分の幅に広がって通過するとともに画素 p 個分の幅に広がって前記表示面を通過した光束が前記観察領域の左端から右端に広がって到達するようにし、垂直断面では前記横シリンダリカルレンズアレイ（300）のレンズ作用によって前記画像用ディスプレイデバイス（400）の表示面において n を1以上の整数として、画素 $(n \times q - 1)$ 個おきの画素毎に略集光しかつ前記画像用ディスプレイデバイス（400）を通過したのちに垂直方向に拡散するようにすることで、隣接して縦列を成す帯状領域ごとに異なる水平視差画像が視認される観察領域を形成することを特徴とする3次元画像表示方法。

【0014】【2】所定の観察領域に向けて垂直視差を放棄した水平視差のみの立体像を表示する3次元画像表示方法において、視差数を p とし、 q および r を $q \geq 2$ 、 $r \geq 1$ で $p = q \times r$ の関係を有する整数とし、 q 行 q 列の行列状の領域の互いに同じ行および同じ列に属さない q 個の部分領域のそれぞれに発光ユニット（211）を配置した単位発光ブロック（210）を複数行列状に並べた光源手段（200）と、水平方向に母線を持つシリンダリカルレンズから成る横シリンダリカルレンズアレイ（300）と、透過型の画像用ディスプレイデバイス（400）とを有し、前記透過型の画像用ディスプレイデバイス（400）に、互いに異なる視差をもった p 枚の視差画像画面の略同一部位の画素をそれぞれ1個ずつ計 p 個抜き出して所定の順序で q 行 r 列の行列状に配置した単位表示ブロック（410、510）であって p 個の画素の配列パターンの異なる q 種類のものを複数行列状にならべて視差数分の視差画像を合成した合成画像であってその各行に異なる視差画像に属する p 個の画素が前記観察領域に表示すべき視差画像の並び順で繰り返し並ぶように配列した合成画像を表示し、前記単位発光ブロック（210）の前記発光ユニット（211）から放射状に射出する光束が、水平断面では前記画像用ディスプレイデバイス（400）の表示面を少なくとも画素 p 個分にまたがる幅に広がって通過するとともに画素 p 個分にまたがる幅に広がって前記表示面を通過した光束が前記観察領域の左右に広がって到達するように

し、垂直断面では前記横シンドリカルレンズアレイ(300)のレンズ作用によって前記画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面において n を1以上の整数として、画素($n \times q - 1$)個おきの画素毎に略集光しかつ前記画像用ディスプレイデバイス(400)を通過したのちに垂直方向に拡散するようにすることで、隣接して縦列を成す帯状領域ごとに異なる水平視差画像が視認される観察領域を形成することを特徴とする3次元画像表示方法。

【0015】[3] 前記単位発光ブロック(210)の縦横の長さをそれぞれ V_s 、 H_s とし、前記単位表示ブロック(410、510)の縦横の長さをそれぞれ V_d 、 H_d とし、前記横シンドリカルレンズアレイ(300)のピッチを V_c とし、前記光源手段(200)と前記横シンドリカルレンズアレイ(300)との距離を L_1 とし、前記横シンドリカルレンズアレイ(300)と前記画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面との距離を L_2 とし、前記画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面と所定の観察位置との距離を L_3 とし、前記横シンドリカルレンズの垂直断面内の焦点距離を f_v としたとき、

$$1/f_v = 1/L_1 + 1/L_2$$

$$V_s : V_d = L_1 : L_2$$

$$V_s : V_d = (L_1 + L_2 + L_3) : L_3$$

$$V_s : 2(V_c/n) = (L_1 + L_2 + L_3) : (L_2 + L_3)$$

$$H_s : (q \times H_d) = (L_1 + L_2 + L_3) : L_3$$

なる関係を満足することを特徴とする[1]または

[2]に記載の3次元画像表示方法。

【0016】[4] 前記単位発光ブロック(210)の縦横の長さをそれぞれ V_s 、 H_s とし、前記単位表示ブロック(410、510)の縦横の長さをそれぞれ V_d 、 H_d とし、前記横シンドリカルレンズアレイ(300)のピッチを V_c とし、前記光源手段(200)と前記横シンドリカルレンズアレイ(300)との距離を L_1 とし、前記横シンドリカルレンズアレイ(300)と前記画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面との距離を L_2 とし、前記画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面と所定の観察位置との距離を L_3 とし、前記シンドリカルレンズの垂直断面内の焦点距離を f_v としたとき、

$$1/f_v = 1/L_1 + 1/L_2$$

$$V_s : V_d = L_1 : L_2$$

$$n/V_c = 1/V_s + 1/V_d$$

$$H_s : (q \times H_d) = (L_1 + L_2 + L_3) : L_3$$

なる関係を満足することを特徴とする[1]または

[2]に記載の3次元画像表示方法。

【0017】[5] 前記横シンドリカルレンズアレイ(300)は、電極付き透明基板一対(1410、1420)の間に液晶層(1430)を配置したものであ

り、前記電極付き透明基板一対(1410、1420)のうち少なくとも一方の透明基板(1410)に形成する電極は、所定間隔を開けて垂直方向に並ぶ複数本の水平方向に延びた線状電極(1411)から成る線状電極アレイであり、前記電極付き透明基板一対(1410、1420)の電極間に所定の電位差を与えることにより前記液晶層(1430)にレンズ機能を持たせることを特徴とする[1]、[2]、[3]または[4]に記載の3次元画像表示方法。

【0018】[6] 前記光源手段(200)と、前記画像用ディスプレイデバイス(400)の観察者側の表示面の近傍との間に透過状態と拡散状態との2状態の切り替えができる拡散性制御手段(1440)を有し、前記光源手段(200)を点灯した状態で、前記拡散性制御手段(1440)の前記2状態を切り替えることにより3次元画像表示と2次元画像表示とを切り替えることを特徴とする[1]、[2]、[3]、[4]または[5]に記載の3次元画像表示方法。

【0019】[7] 前記横シンドリカルレンズアレイは、電極付き透明基板一対(1410、1420)の間に液晶層(1430)と高分子分散型液晶の層(1440)とを積層して配置したものであり、前記電極付き透明基板一対(1410、1420)のうち前記液晶層(1430)と接する透明基板に形成する電極を、所定間隔を開けて垂直方向に並ぶ複数本の水平方向に延びた線状電極(1411)から成る線状電極アレイとし、前記高分子分散型液晶の層(1440)に接する他方の透明基板に形成する電極を透明な面状電極(1421)とし、3次元画像を表示する際には、前記線状電極(1411)と前記面状電極(1421)との間に電圧を印加して前記液晶層(1430)にレンズ機能を持たせるとともに前記高分子分散型液晶の層(1440)を透明にし、2次元画像表示に切り替える際には、前記線状電極(1411)と前記面状電極(1421)との間に電圧を印加しないことにより前記高分子分散型液晶の層(1440)に光を拡散する機能を持たせることを特徴とする[1]、[2]、[3]、[4]、[5]または[6]に記載の3次元画像表示方法。

【0020】[8] 前記線状電極(1411)のうちの一部のものと前記透明な面状電極(1421)との間にだけ電圧を印加することにより、3次元画像表示と2次元画像表示とを混在させることを特徴とする[7]に記載の3次元画像表示方法。

【0021】[9] 前記 q 行 q 列の行列状の領域から略均等に拡散光が射出し得るように前記各単位発光ブロック(210)のうち前記発光ユニット(211)を配置していない部分に所定のサブ光源を配置し、3次元画像を表示する際には前記発光ユニット(211)のみを点灯し、2次元画像を表示する際には前記サブ光源を点灯して前記単位発光ブロック(210)の全領域から略均

等に光を放射状に射出することを特徴とする[1]、
[2]、[3]、[4]または[5]に記載の3次元画
像表示方法。

[0022][10]前記光源手段(200)を、前記
発光ユニット(211)に相当する箇所に開口を有する
マスク基板(201)と、前記マスク基板(201)を
裏面から照明する面状光源(202)とから構成したこ
とを特徴とする[1]、[2]、[3]、[4]、
[5]、[6]、[7]、[8]または[9]に記載の
3次元画像表示方法。

[0023][11]前記光源手段(200)の前記各
発光ユニット(211)を、自発光型の発光部で構成し
たことを特徴とする[1]、[2]、[3]、[4]、
[5]、[6]、[7]、[8]または[9]に記載の
3次元画像表示方法。

[0024][12]前記光源手段を、透過型の光源用
ディスプレイデバイスと、前記光源用ディスプレイデ
バイスを裏面から照明する面状光源とから構成し、3次元
画像を表示する際には、前記発光ユニット(211)に
相当する箇所にだけ開口を有するマスクパターンを前記
光源用ディスプレイデバイスに表示して前記面状光源を
前記発光ユニット(211)として機能させ、2次元画
像を表示する際には、前記光源用ディスプレイデバイス
に表示するマスクパターンを前記単位発光ブロック(2
10)の全領域から略均等に拡散光が射出されるように
設定することで前記面状光源を前記サブ光源としても機
能させることを特徴とする[9]に記載の3次元画像表
示方法。

[0025][13]前記サブ光源を自発光型の発光部
で構成したことを特徴とする[9]に記載の3次元画像
表示方法。

[0026][14]前記サブ光源の一部を点灯するこ
とで2次元画像と3次元画像との混在表示を行うことを
特徴とする[9]、[12]または[13]に記載の3
次元画像表示方法。

[0027][15]前記画像用ディスプレイデバイス
(1820)の各画素を、RGB横ストライプのサブ画
素によって構成して、見込角の違いによる画素毎のカラ
ーバランスの偏りを抑止するとともに、前記光源手段の
3次元画像表示に用いる各発光ユニット(1810)
を、RGB横ストライプのカラーフィルターにより、ま
たはRGB横ストライプの発光部分により各原色の発光
部分に分け、前記光源手段の各原色の発光部分と、前記
画像用ディスプレイデバイス(1820)の各原色のサ
ブ画素との、同じ原色のもの同士が光学的に共役な関係
になるように配置することにより、加工上の誤差または
光学的な収差に起因する視差画像同士のクロストークを
抑止することを特徴とする[1]、[2]、[3]、
[4]、[5]、[6]、[7]、[8]、[9]、
[10]、[11]、[12]、[13]または[1

4]に記載の3次元画像表示方法。

[0028][16]RGB各原色分の前記光源手段
(2200、2201~2203)を、異なる原色の発
光ユニット(2201~2203)同士が重ならないよ
うに配置し、各原色の光源手段(2201~2203)
を互いに同時に点灯しないように順次点滅し、その点滅
に同期するように前記透過型の画像用ディスプレイデバ
イス(2220)に各原色に対応する画像を順次表示
し、残像効果により観察者にRGB各原色の3次元画像
が合成されたフルカラー3次元画像を視認せしめること
を特徴とする[1]、[2]、[3]、[4]、
[5]、[6]、[7]、[8]、[9]、[10]、
[11]、[12]、[13]または[14]に記載の
3次元画像表示方法。

[0029][17]垂直方向に延びた線状光源(19
11)が、所定の間隔をあけて水平方向に並ぶ線状光源
アレイ(1910)と、前記線状光源アレイ(191
0)より観察者側に置かれ、視差数分の視差画像のそれ
ぞれを縦ストライプ状に分解し所定の順序で交互に並べ
て1つの画像に合成した縦ストライプ状の合成画像を表
示する透過型の画像用ディスプレイデバイス(192
0)とによって、所定の観察領域に向けて垂直視差を放
棄した水平視差のみの立体像を表示する3次元画像表示
方法において、前記線状光源(1911)のそれぞれ
を、RGBの3原色の発光部を周期的に縦方向に並べて
構成し、前記画像用ディスプレイデバイス(1920)
の各画素を、RGB横ストライプのサブ画素によって構
成し、前記線状光源アレイ(1910)と、前記画像用
ディスプレイデバイス(1920)との間に水平方向に
母線を持つ横シリンドリカルレンズアレイ(1930)
を配置し、前記線状光源アレイ(1910)の各原色の
発光部と、前記画像用ディスプレイデバイス(192
0)の各原色のサブ画素との、同じ原色のもの同士が光
学的に共役な関係になるように配置することにより、前
記線状光源アレイ(1910)から発する光線の利用率
を向上させることを特徴とする3次元画像表示方法。

[0030][18]前記横シリンドリカルレンズアレ
イの代わりに、垂直断面と水平断面とでレンズ作用の異
なる光学ユニットを行列状に並べて成る結像用光学系
(2430)を有し、前記結像用光学系(2430)の
レンズ作用により垂直断面においては前記単位発光ブロ
ック(2411)それぞれの像を前記画像用ディスプレ
イデバイス(2420)の表示面に結像させ、水平断面
においては前記単位発光ブロック(2411)それぞれの
像を前記画像用ディスプレイデバイス表示面付近の光
源側または観察者側に結像させることを特徴とする
[1]、[2]、[3]、[4]、[5]、[6]、
[7]または[8]に記載の3次元画像表示方法。

[0031][19]前記結像用光学系が、垂直方向に
母線を持つシリンドリカルレンズから成る縦シリンドリ

カルレンズアレィ(2431)と水平方向に母線を持つシリンドリカルレンズから成る横シリンドリカルレンズアレィ(2432)とを組み合わせるか、または、ハエの目レンズ板(2433)と前記縦シリンドリカルレンズアレィ(2431)あるいは前記横シリンドリカルレンズアレィ(2432)とを組み合わせるか、または、トーリックレンズアレィ(2434)によって成ることを特徴とする[18]に記載の3次元画像表示方法。

【0032】[20][1]、[2]、[3]、[4]、[5]、[6]、[7]、[8]、[9]、[10]、[11]、[12]、[13]、[14]、[15]、[16]、[17]、[18]または[19]に記載の3次元画像表示方法を用いたことを特徴とする3次元画像表示装置。

【0033】前記本発明は次のように作用する。視差数を p とし、 q および r を $p = q \times r$ の関係を有する2以上の整数としたとき、光源手段(200)は、 q 行 q 列の行列状の領域の互いに同じ行および同じ列に属さない q 箇所の部分領域のそれぞれに発光ユニット(211)を配置した単位発光ブロック(210)を行列状に複数並べた構成になっている。たとえば単位発光ブロック(210)を、3行3列の行列のうち第1行第1列、第2行第3列、第3行第2列に発光ユニット(211)を配置したものとし、この単位発光ブロック(210)をさらに縦横の行列状に配置して構成される。

【0034】この光源手段(200)より観測者側の位置には、水平方向に母線を持つ横シリンドリカルレンズアレィ(300)が配置されており、さらにそれより観測者側の位置には、透過型の画像用ディスプレイデバイス(400)が配置されている。

【0035】透過型の画像用ディスプレイデバイス(400)には、視差数分の視差画像を合成した合成画像が表示される。合成画像は、互いに異なる視差をもった p 枚の視差画像画面の略同一部位の画素をそれぞれ1個ずつ計 p 個抜き出して所定の順序で q 行 r 列の行列状に配置した単位表示ブロック(410、510)をさらに縦横の行列状に配置して構成される。

【0036】単位表示ブロック(410、510)には p 個の画素を配列する際の配列パターンが異なる q 種類のものがあり、合成画像の各行が異なる視差を持った p 個の画素、すなわち異なる視差画像に属する P 個の画素が視差に従う一定の順(観察領域に表示すべき視差画像の並び順)で繰り返し並ぶようにこれら複数種類の単位表示ブロックを配列して合成画像を形成してある。たとえば、視差数を9とし、左から右に視点を移動させた際の第1～第9の視差画像画面を合成するものとする。このとき、観察領域には、左から右にかけて第1～第9の縦帯状の視差領域が形成される。合成画像の各行には、第1の視差画像画面から抜き出した画素、第2の視差画

画像画面から抜き出した画素、第3の視差画像画面から抜き出した画素……第9の視差画像画面から抜き出した画素がこの順で繰り返し並ぶように配列される。

【0037】一方、各单位表示ブロック(410、510)には、第1～第9の視差画像画面の略同一部位の画素をそれぞれ1個ずつ抜き出した9個の画素が行列状に配置される。単位表示ブロック(410)を3行3列とすると、第1行に第1、2、3の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第4、5、6の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第7、8、9の視差画像画面の画素をこの順で配置した第1種単位表示ブロック(410、510)と、第1行に第4、5、6の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第7、8、9の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第1、2、3の視差画像画面の画素をこの順で配置した第2種単位表示ブロック(410、510)と、第1行に第7、8、9の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第1、2、3の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第4、5、6の視差画像画面の画素をこの順で配置した第3種単位表示ブロック(410、510)とを作る。

【0038】そして第1種、第2種、第3種の単位表示ブロック(410)をこの順で横に繰り返し並べて3行分の合成画像を形成し、これが縦に繰り返すように配置すれば上述の並びを満足する合成画像が得られる。

【0039】単位発光ブロック(210)の発光ユニット(211)上の1点から放射状に射出する光束が、水平断面では画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面を少なくとも画素 p 個分の幅に広がって通過するようにしかつ、画素 p 個分の幅に広がって表示面を通過した光束が観察領域の左端から右端に広がって到達するようにする。これにより、合成画像のある1行に連続して並ぶ p 個の画素を通過した光がその順に観察領域の左端から右端にかけて並ぶように広がることになる。

【0040】なお、表示画面の画素 p 個分の幅に広がって通過しなくても、 p 個分の画素にまたがる幅に広がればよい。また p 個分の幅あるいは p 個にまたがる幅に広がって表示面を通過した光束が観察領域のちょうど左端から右端に広がって到達しなくても、観察領域の左右に広がって到達すればよい。ただし、この場合には、観察領域の左右終端で像がぼやけることになる。

【0041】単位発光ブロック(210)の発光ユニット(211)上の1点から放射状に射出する光束は、垂直断面では横シリンドリカルレンズアレィ(300)のレンズ作用によって画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面において画素 $(q-1)$ 個おきの画素毎に略集光しかつ画像用ディスプレイデバイス(400)を通過したのちに垂直方向に拡散する。ここで、光源手段(200)が、 q 行 q 列の行列状の領域の互いに同じ行および同じ列に属さない q 箇所の部分領域のそれぞれに

10

20

30

40

50

発光ユニット(211)を配置した単位発光ブロック(210)を複数行列状に並べた構成になっているので、単位表示ブロック(410、510)の各行を通過する光は、それぞれ光源手段(200)を構成する単位発光ブロック(210)の異なる行に属する発光ユニット(211)から到来するので、単位表示ブロック(410、510)の各行を通過する光は、単位光源ブロックの異なる列に属する発光ユニット(211)から到来したものである。このため、単位表示ブロック(410、510)の同じ列を通過した光であってもその光の指向性が単位表示ブロック(410、510)の行ごとに異なることになる。

【0042】たとえば、第1行に第1、2、3の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第4、5、6の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第7、8、9の視差画像画面の画素をこの順で配置した単位表示ブロック(410、510)を通過した光は、各行ごとに光の水平方向の指向性が違うことと各行ごとの光がそれぞれ画素を通過した後は放射状に広がることから、1つの単位表示ブロック(410、510)に含まれる9個の画素を通過した光が観察領域の左端から右端に振り分けられることになる。また各画素を通過した後の光はそれぞれ垂直方向に拡散するので、隣接して縦列を成す帯状領域ごとに異なる水平視差画像の視認される観察領域が形成される。

【0043】このように、p枚の視差画像画面の略同一部位の画素をそれぞれ1個ずつ抜き出したp個の画素を縦横の行列状に配置しつつ、これらの画素を観察領域の左端から右端までの各視差領域に振り分けるので、略同一部位の視差数分の画素を水平の一行に並べる場合に比べて画素密度が縦方向と横方向とで極端なアンバランスになることがなく、高解像な立体像を表示することができる。また光源と横シリンダリカルレンズアレイ(300)と画像用ディスプレイデバイス(400)だけで立体像を表示できるので、装置の構成が極めて簡略化され、製造容易かつ低価格を実現することができる。

【0044】なお、 $q \geq 2$ 、 $r \geq 1$ で $p = q \times r$ の関係有するようにしても、上述の立体表示が可能である。たとえば $q = 2$ 、 $r = 1$ としたとき、単位発光ブロックは2行2列の行列状の領域のうち、第1行第1列と第2行第2列の箇所に発光ユニットを配置したものとして、このとき、単位表示ブロックは、2行1列の行列となり、第1の視差画像から抜き出した画素をp1、第2の視差画像から抜き出した画素をp2とすると、縦にp2、p1の順に並べた単位表示ブロックと縦にp1、p2の順に並べた単位表示ブロックとを交互に配置することになる。このようにすれば、視差数2の立体表示が可能になる。

【0045】単位発光ブロック(210)の縦横の長さをそれぞれVs、Hsとし、単位表示ブロック(41

0、510)の縦横の長さをそれぞれVd、Hdとし、横シリンダリカルレンズアレイ(300)のピッチをVcとし、光源手段(200)と横シリンダリカルレンズアレイ(300)との距離をL1とし、横シリンダリカルレンズアレイ(300)と画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面との距離をL2とし、画像用ディスプレイデバイス(400)の表示面と所定の観察位置との距離をL3とし、横シリンダリカルレンズの垂直断面内の焦点距離をfvとしたとき、

$$1/fv = 1/L1 + 1/L2$$

$$Vs : Vd = L1 : L2$$

$$Vs : Vd = (L1 + L2 + L3) : L3$$

$$Vs : 2(Vc/n) = (L1 + L2 + L3) : (L2 + L3)$$

$$Hs : (q \times Hd) = (L1 + L2 + L3) : L3$$

なる関係を満足するように設定する。このような関係を満足すれば想定した観察領域で良好な立体像を見ることができる。

【0046】また、

$$1/fv = 1/L1 + 1/L2$$

$$Vs : Vd = L1 : L2$$

$$n/Vc = 1/Vs + 1/Vd$$

$$Hs : (q \times Hd) = (L1 + L2 + L3) : L3$$

なる関係を満足するように設定するだけでも、良好な立体像を観察することができる。なお、光学的な基準となる点や面の間の距離は、それらの点や面の間の媒質を空気として換算した距離である。

【0047】横シリンダリカルレンズアレイ(300)として、電極付き透明基板一対(1410、1420)の間に液晶層(1430)を配置したものを利用する。電極付き透明基板一対(1410、1420)のうち少なくとも一方の透明基板(1410)には、所定間隔を開けて垂直方向に並ぶ複数本の水平方向に延びた線状電極(1411)から成る線状電極アレイを形成する。他方の透明基板には、電極同士が対向するようにして線状電極アレイを形成してもよいし、面状電極を形成してもよい。そして、電極付き透明基板一対(1410、1420)の電極間に所定の電位差を与えることにより液晶層(1430)にレンズ機能を持たせる。

【0048】液晶層(1430)に不均一な電界を加えると、電界強度の違いに応じて液晶層(1430)の屈折率が変化する。したがって、線状電極同士を向かい合わせたり、他方を面状電極として線状電極の鏡像を作れば、電圧を印加した際に横シリンダリカルレンズとして機能させることができる。

【0049】このように、電極付き透明基板一対(1410、1420)の間に液晶層(1430)を配置したものを横シリンダリカルレンズアレイ(300)として機能させるので、レンズピッチの精度が高い横シリンダリカルレンズアレイ(300)を極めて容易に得ること

ができ、適視距離のばらつきやクロストーク等を抑止することができる。

【0050】光源手段(200)と、画像用ディスプレイデバイス(400)の観察者側の表示面の近傍との間に透過状態と拡散状態との2状態の切り替えができる拡散性制御手段(1440)を有し、光源手段(200)を点灯した状態で、拡散性制御手段(1440)の2状態を切り替えることにより3次元画像表示と2次元画像表示とを切り替えるものでは、3次元画像表示とディスプレイデバイスの全解像度を使用した2次元画像表示を容易かつ安価に切り替えることができる。

【0051】たとえば、横シリンドリカルレンズアレイ(300)として、電極付き透明基板一対(1410、1420)の間に液晶層(1430)と高分子分散型液晶の層(1440)とを積層して配置したものを使用する。この電極付き透明基板一対(1410、1420)のうち液晶層(1430)と接する透明基板に形成する電極を、所定間隔を開けて垂直方向に並ぶ複数本の水平方向に延びた線状電極(1411)から成る線状電極アレイとし、高分子分散型液晶の層(1440)に接する他方の透明基板に形成する電極を透明な面状電極(1421)とする。

【0052】そして、3次元画像を表示する際には、線状電極(1411)と面状電極(1421)との間に電圧を印加して液晶層(1430)にレンズ機能を持たせるとともに高分子分散型液晶の層(1440)を透明にする。一方、2次元画像表示に切り替える際には、線状電極(1411)と面状電極(1421)との間に電圧を印加しないことにより高分子分散型液晶の層(1440)により光を拡散させる。

【0053】高分子分散型液晶は、高分子中に液晶粒を分散させたもので、電圧を印加しない状態では液晶と高分子の屈折率の差で光散乱が生じる。したがって、電圧を印加しなければ、光源手段(200)からの光を拡散させることができ、2次元画像を表示することができる。一方、電圧印加により液晶の屈折率を制御し、液晶と高分子の屈折率とを等しくすると、高分子分散型液晶の層(1440)は透明になる。高分子分散型液晶の層(1440)が透明になるとともに、電圧印加によって液晶層(1430)は横シリンドリカルレンズアレイ(300)として機能するので、3次元画像を表示し得る状態になる。

【0054】このように、横シリンドリカルレンズアレイ(300)としての機能と拡散性制御手段としての機能を併せ持つので、一段と構成が簡略化され、小型化を図ることができる。また電圧印加の有無だけで横シリンドリカルレンズアレイ(300)としての機能とディフューザとしての機能を切り替えることができるので、2次元画像表示と3次元画像表示とを容易に切り替えることができる。

【0055】なお、電圧を線状電極アレイの一部分と面状電極(1421)との間にだけ印加すれば、2次元画像と3次元画像の混在表示が可能になる。たとえば、上半分の線状電極にのみ電圧を印加すれば、上半分で3次元画像表示がなされ、下半分では2次元表示を行うことができる。

【0056】q行q列の行列状の領域から略均等に拡散光が射出し得るように各单位発光ブロック(210)のうち発光ユニット(211)を配置していない部分に所定のサブ光源を配置し、3次元画像を表示する際には発光ユニット(211)のみを点灯し、2次元画像を表示する際にはサブ光源をも点灯して単位発光ブロック(210)の全領域から略均等に光を放射状に射出させる。すなわち、サブ光源を点灯すると、各画素に様々な方向から光が入射するので、各画素から射出して観察領域に向かう光が特定の指向性を持たなくなり、2次元画像が表示される。

【0057】光源手段(200)を、発光ユニット(211)に相当する箇所に関口を有するマスク基板(201)と、マスク基板(201)を裏面から照明する面状光源(202)とから構成したり、それぞれの発光ユニット(211)を自発光型の発光部で構成したものでは、光源の薄型化が図られる。

【0058】さらに、光源手段(200)を、透過型の光源用ディスプレイデバイスと、当該光源用ディスプレイデバイスを裏面から照明する面状光源(202)とで構成したものでは、発光ユニット(211)に相当する箇所にだけ開口を有するマスクパターンを光源用ディスプレイデバイスに表示すれば、面状光源(202)を発光ユニット(211)として機能させ、3次元画像表示用の光源となる。一方、光源用ディスプレイデバイスに表示するマスクパターンを単位発光ブロック(210)の全領域から略均等に拡散光が射出されるように設定すれば、面状光源(202)をサブ光源としても作用させることができ、2次元画像表示用の光源として機能させることができる。なお、サブ光源を、発光ユニット(211)と同様に、自発光型の発光部で構成してもよい。

【0059】このほか、サブ光源の一部を点灯することで2次元画像と3次元画像との混在表示を行うことができる。たとえば、画像用ディスプレイデバイス(400)の上半分には2次元画像表示用の光をあて、下半分には、発光ユニット(211)からだけの3次元画像表示用の光束をあてれば、上半分では2次元画像を、下半分には3次元画像を表示する等が可能になる。

【0060】また画像用ディスプレイデバイス(400)の各画素を、RGB横ストライプのサブ画素によって構成したものでは、見込角の違いによる画素毎のカラーバランスの偏りが抑止される。さらに光源手段(200)の各発光ユニット(211)毎に、画像用ディスプレイデバイス(400)のRGB横ストライプと光学的

に共役な位置に同じ原色を配置するようにRGB横ストライプのカラーフィルターを設けたりあるいは各発光ユニットをそれぞれRGB横ストライプの発光部で構成したもので、加工上の誤差または光学的な収差に起因する視差画像同士のクロストークを抑止することができる。

【0061】すなわち、ある発光ユニット(211)からの光が、画像用ディスプレイデバイス(400)の目的とする行の上下に隣接する行にまで及ぶとクロストーク等が発生するが、赤(R)、緑(G)、青(B)のカラーフィルタを通した光をあてるので、色ごとに見れば、隣のサブ画素に光が入射しても、色の違いから透過できない。つまり、隣の行の同じ色のサブ画素に至るほど大きく光がずれ込まない限りクロストークは生じることではなく、鮮明な立体像を表示することができる。

【0062】また、RGB各原色からなる発光部分と、画像用ディスプレイデバイスの各画素を構成するRGBの横ストライプ状のサブ画素とを、横シンドリカルレンズアレイ(1930)を介して光学的に共役な関係に配置したもので、各原色の発光部から射出された光のほとんど全てが対応する原色のサブ画素を透過するので、白色光源を用いる場合に比べて、光の利用効率を格段に高めることができる。

【0063】さらにRGB各原色分の光源手段を、異なる原色の発光ユニット同士が重ならないように配置し、各原色の光源手段を互いに同時に点灯しないように順次点滅し、その点滅に同期するように透過型の画像用ディスプレイデバイスに各原色に対応する画像を順次表示するように構成したもので、残像効果によりRGB各原色の3次元画像が合成されたフルカラー3次元画像を観察者に視認せしめることができる。

【0064】このように1つの画素でR、G、Bの各色を時分割に表示するので、各画素をRGBのサブ画素に分けて使用する場合に比べて、画素密度を3倍にすることができる。また1つの発光ユニットをRGBの発光部分に分ける必要がないので、各色毎の発光ユニットの面積を大きくできる分だけ時間×面積当たりの発光エネルギーを小さくでき、発光素子が長持ちする。

【0065】このほか、横シンドリカルレンズアレイの代わりに、垂直断面と水平断面とでレンズ作用の異なる光学ユニットを行列状に並べることにより結像用光学系を構成し、結像用光学系のレンズ作用により垂直断面においては単位発光ブロックそれぞれの像を画像用ディスプレイデバイスの表示面に結像させ、水平断面においては単位発光ブロックそれぞれの像を画像用ディスプレイデバイス表示面付近の光源側または観察者側に結像させる。

【0066】これにより、画像用ディスプレイデバイスの画素数に比べて格段に少ない数の発光ユニットによって光源手段を構成することができ、発光ユニットとして

輝度、発色、耐久性ともに優れたLED(発光ダイオード)を使用することが可能になる。

【0067】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明の各種の実施の形態を説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態にかかる3次元画像表示装置100の概略構成を示したものである。図1に示すように3次元画像表示装置100は、光源手段200と、横シンドリカルレンズアレイ300と、画像用ディスプレイデバイス400とから構成されている。

【0068】図2に示すように光源手段200は、3行3列の行列状の領域(縦Vs横Hsの領域)の互いに同じ行および同じ列に属さない3箇所の部分領域のそれぞれに発光ユニット211を配置した単位発光ブロック210を複数行列状に並べたものである。

【0069】ここで観察領域に形成される像の視差数を p とし、 q および r を $p = q \times r$ の関係を有する2以上の整数としたとき、単位発光ブロック210は、 q 行 q 列の行列を成しており、 q 箇所の部分領域のそれぞれに発光ユニット211が配置されている。図1に示した光源手段200は、発光ユニット211に相当する箇所に開口を有するマスク基板201とマスク基板201を裏面から照明する面状光源202とから構成されている。

【0070】横シンドリカルレンズアレイ300は水平方向に母線を持ち、各横シンドリカルレンズのピッチは V_c になっている。なお、図3には、片凸の横シンドリカルレンズアレイ300bの一例を示してある。横シンドリカルレンズアレイは、図1のように両凸のものであってもよいし図3に示す片凸のものであってもよい。

【0071】画像用ディスプレイデバイス400は、縦横の行列状に画素が配置されたディスプレイデバイスである。画像用ディスプレイデバイス400には、視差数分の視差画像を合成した合成画像が表示される。合成画像は、互いに異なる視差をもった p 枚の視差画像画面の略同一部位の画素をそれぞれ1個ずつ計 p 個抜き出して所定の順序で q 行 r 列の行列状に配置した単位表示ブロック410を複数行列状にならべて視差数分の視差画像を合成したものである。また単位表示ブロック410には、視差数分の p 個の画素の配列パターンの異なる q 種類のものがあり、これらを適宜組み合わせることで合成画面の各行には、異なる視差を持った p 個の画素が視差に従う一定の順で繰り返し並ぶように配列されている。

【0072】図4は、視差数 $p = 9$ 、 $q = r = 3$ とした場合の合成画像の配列状態の一例を示している。図4は、観察領域で視点を左端に取った際に見える第1の視差画像画面から視点を観察領域の右端に取った際に見える第9の視差画像画面までを合成する場合であり、図中の1～9までの番号は、その画素が第1～第9の視差画像画面のどの画面から抜き出した画素であるかを示して

いる。

【0073】各单位表示ブロック410には、第1～第9の視差画像画面の略同一位置からそれぞれ1つずつ抜き出した合計9個の画素が3行3列の行列状に配置されている。単位表示ブロック410には、 p 個の画素の配列パターンが異なる q 種類のものがある。図4の例では、 $q = 3$ なので、第1種単位表示ブロック410aと、第2種単位表示ブロック410bと、第3種単位表示ブロック410cの3種類の配列パターンがある。

【0074】第1種単位表示ブロック410aは、第1行に第1、第2、第3の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第4、第5、第6の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第7、第8、第9の視差画像画面の画素をこの順で配置したものである。第2種単位表示ブロック410bは、第1行に第4、第5、第6の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第7、第8、第9の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第1、第2、第3の視差画像画面の画素をこの順で配置したものである。第3種単位表示ブロック410cは、第1行に第7、第8、第9の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第1、第2、第3の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第4、第5、第6の視差画像画面の画素をこの順で配置したものである。

【0075】第1種単位表示ブロック410a、第2種単位表示ブロック410b、第3種単位表示ブロック410cを横に並べたものを1セットとしこれを縦横に繰り返して配置することで、合成画像の各行には、第1の視差画像画面から抜き出した画素、第2の視差画像画面から抜き出した画素、第3の視差画像画面から抜き出した画素……第9の視差画像画面から抜き出した画素の順で画素が繰り返して並ぶように配列される。すなわち、図4では合成画像の各行において1～9の数字が向かって左からこの順で巡回的に並ぶ状態が形成されている。

【0076】図5は、視差数 $p = 8$ 、 $q = 4$ で、 $r = 2$ とした場合の画素の配列状態の一例を示している。図5は、観察領域で視点を左端に取った際に見える第1の視差画像画面から視点を観察領域の右端に取った際に見える第8の視差画像画面までを合成する場合であり、図中の1～8までの番号は、その画素の含まれる視差画像画面の番号を示している。

【0077】各单位表示ブロック510には、第1～第8の視差画像画面の略同一位置からそれぞれ1つずつ抜き出した合計8個の画素が4行2列の行列状に配置されている。図5の例では、 $q = 4$ なので、第1種単位表示ブロック510aと、第2種単位表示ブロック510bと、第3種単位表示ブロック510cと、第4種単位表示ブロック510dの4種類の画素配列がある。

【0078】第1種単位表示ブロック510aは、第1行に第1、第2の視差画像画面の画素をこの順で配置

し、第2行に第3、第4の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第5、第6の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第4行に第7、第8の視差画像画面の画素をこの順で配置したものである。第2種単位表示ブロック510bは、第1行に第3、第4の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第5、第6の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第7、第8の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第4行に第1、第2の視差画像画面の画素をこの順で配置したものである。

【0079】第3種単位表示ブロック510cは、第1行に第5、第6の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第7、第8の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第1、第2の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第4行に第3、第4の視差画像画面の画素をこの順で配置したものである。第4種単位表示ブロック510dは、第1行に第7、第8の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第2行に第1、第2の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第3行に第3、第4の視差画像画面の画素をこの順で配置し、第4行に第5、第6の視差画像画面の画素をこの順で配置したものである。

【0080】第1種単位表示ブロック510a、第2種単位表示ブロック510b、第3種単位表示ブロック510c、第4種単位表示ブロック510dを横に並べたものを1セットとしこれを縦横に繰り返して配置することで、合成画像の各行には、第1の視差画像画面から抜き出した画素、第2の視差画像画面から抜き出した画素、第3の視差画像画面から抜き出した画素……第8の視差画像画面から抜き出した画素の順で画素が繰り返して並ぶように配列されることになる。

【0081】図6は、特定の水平断面内における光の進路を示している。単位発光ブロック210の発光ユニット211上の1点より放射状に射出する光束は、水平断面では画像用ディスプレイデバイス400の表示面を少なくとも画素 p 個分（視差数分の画素）の幅に広がって通過する。なお視差数分以上であればこれ以上に広がってもよい。

【0082】一方、図7に示すように、単位発光ブロック210の発光ユニット211上の1点より放射状に射出する光束は、特定の垂直断面では、横シリンダリカルレンズアレイ300のレンズ作用によって画像用ディスプレイデバイス400の表示面において n を1以上の整数として、画素 $(n \times q - 1)$ 個おきの画素毎に略集光され、かつ画像用ディスプレイデバイス400を通過したのちに垂直方向に拡散するように進む。

【0083】ここでは、単位発光ブロック210の縦横の長さをそれぞれ V_s 、 H_s （図2参照）とし、単位表示ブロック410、510の縦横の長さをそれぞれ V_d 、 H_d （図4、図5参照）とし、画像用ディスプレイ

10

20

30

40

50

デバイス400のピッチをVc(図1、図3参照)とし、光源手段200と横シンドリカルレンズアレィ300との距離をL1(図1、図7参照)とし、横シンドリカルレンズアレィ300と画像用ディスプレイデバイス400の表示面との距離をL2(図1、図7参照)とし、画像用ディスプレイデバイス400の表示面と所定の観察位置との距離をL3(図7参照)とし、横シンドリカルレンズアレィ300の垂直断面内の焦点距離をfvとしたとき、

$$1/fv = 1/L1 + 1/L2$$

$$Vs : Vd = L1 : L2$$

$$Vs : Vd = (L1 + L2 + L3) : L3$$

$$Vs : 2(Vc/n) = (L1 + L2 + L3) : (L2 + L3)$$

$$Hs : (q \times Hd) = (L1 + L2 + L3) : L3$$

なる関係を満足するように光学系を設定してある。なお、光学的な基準となる点や面の間の距離は、それらの点や面の間の媒質を空気として換算した距離である。

【0084】次に作用を説明する。図8は、単位発光ブロック810から射出された光の進路を示している。単位発光ブロック810の表面を3行3列の行列状に区分したとき、第1行第3列の位置に第1発光ユニット811が、第2行第2列の位置に第2発光ユニット812が、第3行第1列の位置に第3発光ユニット813がそれぞれ配置されている。なお単位発光ブロック810は、単位発光ブロック210と発光ユニットの並びが相違するが、その相違は全体の発光パターンが鏡像関係にあることと横に3個の発光ユニットを何処で区切るかの相違に過ぎず、説明の便宜上、ここでは図8に示す並びの単位発光ブロックを示したが、光源手段200全体として見れば両者は等価である。

【0085】単位発光ブロック810の第3行第1列にある第3発光ユニット813から放射状に射出された光束は、光の進路で単位発光ブロック810の前方に配置された横シンドリカルレンズアレィ300によって垂直方向のレンズ作用を受け、図4に示したように画像用ディスプレイデバイス400のある3行のうちの上段の行421に属する画素に集光される。また第3発光ユニット813から放射状に射出された光束は、画像用ディスプレイデバイス400の表示面において水平方向には少なくとも視差数に相当する画素p個分に広がっている。より具体的には、横に並ぶ単位表示ブロック410a、410b、410cの各第1行に含まれる9個の画素に広がって表示面を通過している。これら9個の画素を通過した光束は、画像用ディスプレイデバイス400のさらに前方の観察領域の左端から右端に広がる。なお図中の各画素に示した1から9の数字は、合成画面の各画素が属していた元の視差画像画面の番号を示しており、図4等に示したものと同じである。

【0086】第2行第2列にある第2発光ユニット81

2から放射状に射出された光束は、横シンドリカルレンズアレィ300によって垂直方向のレンズ作用を受け、光束の横シンドリカルレンズアレィ300への入射角の違いから、今度は図4に示した画像用ディスプレイデバイス400の中の中段の行422に属する画素に集光される。また第2発光ユニット812から放射状に射出された光束は、単位表示ブロック1つ分だけ右にシフトした単位表示ブロック410b、410c、410dの各第2行に含まれる9個の画素に広がって表示面を通過している。これら9個の画素を通過した光束は、画像用ディスプレイデバイス400のさらに前方の観察領域の左端から右端に広がる。

【0087】第1行第3列にある第1発光ユニット811から放射状に射出された光束は、横シンドリカルレンズアレィ300によって垂直方向のレンズ作用を受け、光束の横シンドリカルレンズアレィ300への入射角の違いから、図4に示した画像用ディスプレイデバイス400の中の下段の行423に属する画素に集光される。また第1発光ユニット811から放射状に射出された光束は、さらに単位表示ブロック1つ分右にシフトした単位表示ブロック410c、410d、410eの各第3行に含まれる9個の画素に広がって表示面を通過する。これら9個の画素を通過した光束は、画像用ディスプレイデバイス400のさらに前方の観察領域の左端から右端に広がる。

【0088】単位表示ブロック410a、410b、410cの各第1行に属する9画素を通過した光束、単位表示ブロック410b、410c、410dの各第2行に属する9画素を通過した光束、単位表示ブロック410c、410d、410eの各第3行の9画素を通過した光束が共に同じ観察領域の左端から右端にそれぞれ広がって到達するのは、先に示したHs : (q × Hd) = (L1 + L2 + L3) : L3の関係から第3発光ユニット813と第2発光ユニット812との間隔が、画像用ディスプレイデバイス400の3画素分の幅(単位表示ユニットの幅)よりも長いからである。

【0089】たとえば、第3発光ユニット813から第1種単位表示ブロック410aの第1行第1列の画素431を通過した光と、第2発光ユニット812から第2種単位表示ブロック410bの第2行第1列の画素432を通過した光と、第1発光ユニット811から第3種単位表示ブロック410cの第3行第1列の画素433を通過した光とでは、発光ユニットから各画素への水平断面における入射角が相違しているため、これら3つの画素431、432、433を通過した光は、観察領域の左端近傍の略同一箇所に集まるようになっている。

【0090】したがって、観察領域の左端近傍から第1種単位表示ブロック410aの位置を見るとその第1行第1列の画素を通過した光が観察され、第2種単位表示ブロック410bの位置を見るとその第2行第1列の画

10

20

30

40

50

素を通過した光が観察され、第3種単位表示ブロック410cの位置を見るとその第3行第1列の画素を通過した光が観察されることになる。また合成画像の画素配置から、これらは全て第1の視差画像画面を構成する画素になっている。さらに各画素を通過した光は、図7に示すように画素を通過した後に上下に広がって拡散する。

【0091】上述のことを画像用ディスプレイデバイス400の表示画面全体に拡張すれば、観察領域の左端近傍から画像用ディスプレイデバイス400を見ると、画像用ディスプレイデバイス400の全画面にわたって第1の視差画像画面が見えることになる。この領域は、観察領域の左端に所定幅の縦の帯状に形成される。同様に、その右隣には、第2の視差画像画面の見える縦の帯状領域が形成される。さらにその右隣には、第3の視差画像画面の見える縦の帯状領域が形成される。このようにして観察領域の左端から右端まで、それぞれ異なる水平視差画像画面が観察される視差数分の縦帯状の領域が形成される。

【0092】図9、図10は、観察領域の様子を視差数4の場合について示している。図9は、画像用ディスプレイデバイス400の前方に形成される観察領域を上から見た様子を、図10は、観察領域を横から見た様子をそれぞれ示している。図中の太線枠内の1から4の番号を振った領域は、その中の任意の位置から片眼で見た場合に、画像用ディスプレイデバイス400の全画面において番号の値と対応する1つの視差画像が見える領域であり、最適な観察領域を成す部分である。

【0093】たとえば、図9の観察者901の左目902の位置からは、画像用ディスプレイデバイス400の画面上に第2の視差画像画面が見え、右目903の位置からは、画像用ディスプレイデバイス400の画面上に第3の視差画像画面が見えることになる。

【0094】なおその他の斜線部でも立体視は可能であるが、片眼から見た画面が縦割りされて複数の視差像が見えるため視差画像同士の境が目立つ場合は画質が劣化する。しかしながら、十分多くの視差数を持たせれば、太線枠の外側でも良好な立体像を観察できる。むしろ、片眼の前後の動きにともなって画面が変化するということは、視差数が多い場合には擬似的ではあるが前後方向の運動視差を得られるという利点がある。

【0095】各発光ユニットから放射状に射出する光束が、画像用ディスプレイデバイス400の表示面において視差数分の画素幅以上に広がる場合には、図9に示す主ローブ910（主たる観察領域）のほかに、副ローブ911、912も形成され、ここからも立体像を観察することができる。

【0096】次に、図4や図5に示した行列状の画素配列で複数の視差画像画面を合成した場合に、3次元画像表示の解像度が向上すること、画素密度の上下左右方向のばらつきが少なくなること、さらに深度分解能が向上

することなどについて説明する。

【0097】図11は、水平方向に移動させた4つの異なる視点から見た4枚の原画（縦4画素×横4画素の行列状の水平視差画像画面1101～1104）を、従来のレンチキュラー方式に適応した縦ストライプ状画素配列による視差数4の合成画像に合成する場合と、本発明にかかる方式に適応した行列状画素配列による視差数4の合成画像に合成する場合とを比較して示したものである。

10 【0098】レンチキュラー方式では、垂直視差を放棄しかつ水平視差のみを備えた3次元画像を表示する場合、シリンダリカルレンズを縦縞状に配置し、各シリンダリカルレンズの幅の中に視差数分の原画を水平方向に並べて配置する。したがって、1つの原画に含まれる画素は、3次元画像表示のための合成画像の水平方向においては、視差数分の画素周期でとびとびに現われる。

【0099】図11の例では、水平方向の視差数が「4」なので、同図bに示すレンチキュラー方式に対応した縦ストライプ状画素配列の合成画像では、水平方向に4画素周期で同じ視差の水平視差画像画面に属する画素が現われる。たとえば、合成画像の一行目には、原画1101の（v1、H1）画素、原画1102の（v1、H1）画素、原画1103の（v1、H1）画素、原画1104の（v1、H1）画素が配置され、これに続いて原画1101の（v1、H2）画素、原画1102の（v1、H2）画素、原画1103の（v1、H2）画素、原画1104の（v1、H2）画素が配置される。

30 【0100】さらに原画1101の（v1、H3）画素、原画1102の（v1、H3）画素、原画1103の（v1、H3）画素、原画1104の（v1、H3）画素が配置され、最後に原画1101の（v1、H4）画素、原画1102の（v1、H4）画素、原画1103の（v1、H4）画素、原画1104の（v1、H4）画素が配置される。

【0101】このように、ある視差の原画に含まれる画素が合成画像上では水平方向に4画素周期で現われるので、縦横の画素ピッチの等しい表示装置で原画の縦横比を維持して表示するためには、縦方向に同じ画素を4回ずつ繰り返して表示することになる。その結果、合成画像を表示するために必要な画素数が、全原画の画素数の視差数倍になってしまう。図11の例では、原画1101～1104の画素の合計が64画素であるのに対して、同図bに示した、レンチキュラー方式に適応した縦ストライプ状画素配列では、縦16画素×横16画素の256画素を要している。

50 【0102】これに対し本発明にかかる方式に対応した行列状画素配列では、図11cに示すように、レンチキュラー方式で水平方向に一列に並べていた4つの画素を、縦2×横2の行列状に配置する。したがって、ある

視差の原画に含まれる画素が現われる水平方向の周期と垂直方向の周期とが共に2画素になり、冗長な画素を設けることなく縦横比を維持することができる。すなわち、図11cに示すように、4つの原画1101~1104の全ての画素(64画素)を、縦8×横8の行列を構成する64画素で表すことができる。

【0103】また、図12は、縦4×横4画素の4つの原画1101~1104をレンチキュラー方式に対応した縦ストライプ状画素配列で縦8×横8画素の領域に表示する場合の例を示している。水平方向においては、原画の4画素を2画素に圧縮し、垂直方向では、原画の1画素を2画素分に伸長している。たとえば、水平方向の圧縮は、隣り合う画素(H1とH2あるいはH3、H4)の平均をとったり、間引き等によって行う。

【0104】図12bのレンチキュラー方式に対応した縦ストライプ状画素配列と、図12cの本発明にかかる方式に対応した行列状画素配列による画像の品質を比較すると、水平情報密度は、縦ストライプ状画素配列：行列状画素配列=1:2になる。垂直情報密度は1:1で等しい。さらに後に説明する深度情報密度では、縦ストライプ状画素配列：行列状画素配列=1:2になるので、結局立体像を構成するための3次元情報量の比は縦ストライプ状画素配列：行列状画素配列=1:4になる。

【0105】このように、本発明の3次元画像表示方法に適用した行列状画素配列の合成画像では、視差数分の原画上で略同一位置にある視差数分の画素(画素セット)が縦横の行列状に並んでいるため、レンチキュラー方式やバラックスバリア方式のように1つの画素セットに含まれる全ての画素が水平方向に1列に並んでいるものに比べて画像情報の表示効率が格段に高くなる。具体的には、視差数が4、9、16...といった平方数の多眼3次元画像を縦横の画素ピッチが等しいディスプレイデバイスを用いて表示した場合、本発明では、レンチキュラー方式やバラックスバリア方式に比べて表示体の画素数を4分の1、9分の1、16分の1というように小さくでき、格段に効率的で高解像な立体表示が可能となる。

【0106】図13は、レンチキュラー方式を例にとり、画素の粗さと深度情報密度との関係を示している。シリンドリカルレンズを用いた従来のレンチキュラー方式では、1本のシリンドリカルレンズ内に収められている各視差毎の画素が、シリンドリカルレンズの幅全体に広がって見える。これを標本化効果という。たとえば、図11bに示したものでは、水平方向に略4画素分の幅を持ったシリンドリカルレンズを用いるので、1つの画素が水平方向に4画素分に広がって見える。

【0107】図13において視点1を観察者の左目位置、視点2を同じ観察者の右目位置であるとする、幅の狭い画素1301の場合には、矢印1311で示すよ

うに深度方向解像限界(分解しうる2点間の距離)が比較的小さく、深度情報密度は高いが、画素1301よりも幅広の画素1302の場合には、矢印1312で示すように深度方向解像限界が大きくなって深度情報密度が低下する。

【0108】したがって、図11cのように水平方向に2画素の周期で同じ原画の画素が現われる場合には、標本化効果が現われたとしても、各画素の広がり(2画素分に収まるので、図2bのように標本化効果で各画素が水平方向に4画素分に広がる場合に比べて、高い深度情報密度を得ることができる。

【0109】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0110】第2の実施の形態では、3次元画像表示と2次元画像表示との切り替えが可能になっている。第2の実施の形態では、横シリンドリカルレンズアレイ300に代えて図14および図15に示した液晶シリンドリカルレンズアレイ1400を用いている。液晶シリンドリカルレンズアレイ1400は、一対の電極付き透明基板1410、1420の間に液晶レンズ用液晶層1430と高分子分散型液晶の層1440とを積層した構造を成している。

【0111】また液晶レンズ用液晶層1430と接する側の電極付き透明基板1410に形成された電極は、所定間隔を開けて垂直方向に並ぶ複数本の水平方向に延びた線状電極1411から成る線状電極アレイになっている。線状電極1411のピッチは、第1の実施の形態で用いた横シリンドリカルレンズアレイ300におけるVcと等しい。高分子分散型液晶の層1440に接する側の電極付き透明基板1420に形成する電極は、透明な面状電極1421になっている。

【0112】3次元画像を表示する際には、図14に示すように、スイッチ1451を閉じて電源1450から所定の電圧を線状電極1411と透明の面状電極1421との間に印加し、液晶レンズ用液晶層1430にレンズ機能を持たせる。液晶層に不均一な電界を加えると、電界強度の違いに応じて液晶層の屈折率が変化する。ここで電極付き透明基板1410に形成する電極を横ストライプ状にし、対向する電極1421を面状としたので、面状電極1421側に線状電極1411の鏡像が生じ、結果的に横ストライプ状の電極同士を対向配置した場合と同様の電界が生じる。これにより、電圧印加時には、液晶レンズ用液晶層1430は、光学的には横シリンドリカルレンズアレイとして機能することになる。

【0113】一方、高分子分散型液晶は、高分子中に液晶粒を分散させたものであり、電圧を印加しなければ、液晶と高分子の屈折率の差で光散乱が生じ、適切な電圧を印加すると、液晶の屈折率が変化して液晶と高分子の屈折率が等しくなり、高分子分散型液晶の層が透明になる。

10

20

30

40

50

【0114】したがって、電源1450から線状電極1411と透明な面状電極1421の間に適切な電圧を印加すると、液晶レンズ用液晶層1430は、横シリンダリカルレンズアレイとして機能し、高分子分散型液晶の層1440は透明になる。その結果、図16に示すように液晶シリンダリカルレンズアレイ1400は、図1に示した横シリンダリカルレンズアレイ300として機能し、3次元画像表示が成される。

【0115】2次元画像を表示する際には、図15に示すようにスイッチ1451を開放し、線状電極1411と透明な面状電極1421の間に電圧を印加しない。これにより、高分子分散型液晶の層1440は、光源手段200からの光を拡散する状態になる。その結果、図17に示すように、画像用ディスプレイデバイス400の各画素を通過する光が特定の指向性を持ったものだけに限定されなくなり、2次元画像表示が成される。

【0116】なお、光源手段200は、図1、図2に示すように発光ユニット211が点在しているので、液晶レンズ用液晶層1430のレンズ機能を失わせるだけで拡散を行わなければ2次元画像表示をする際の画面の明るさが不均一になってしまう。本実施の形態では、高分子分散型液晶の層1440によって光を拡散させているので、画面全体の明るさが略均一になっている。

【0117】ところで、本発明に使用する横シリンダリカルレンズアレイは、光源手段200の各発光ユニット211の位置と画像用ディスプレイデバイス400の各画素の位置の両方に整合していなければならないのでピッチ等に関して高い寸法精度が要求される。第2の実施の形態で用いた液晶シリンダリカルレンズアレイ1400では、透明基板上に写真技術を用いて線状電極1411を形成できるので、写真の精度でレンズを配列することができ、横シリンダリカルレンズアレイが高い精度となり、適視距離のばらつきやクロストーク等を抑止することができる。

【0118】特に、一方を面状電極としたので、実際に線状電極同士を対向配置する場合のように対向する電極同士の位置精度が問われなくなり、高精度なレンズアレイを容易に形成することが可能になっている。

【0119】また液晶シリンダリカルレンズアレイ1400は、横シリンダリカルレンズアレイとしての機能と拡散性制御手段としての機能を併せ持つので、一段と構成が簡略化され、装置の小型化を図ることができる。さらに電圧印加の有無だけで横シリンダリカルレンズアレイとしての機能とディフューザとしての機能とを切り替えることができるので、2次元画像表示と3次元画像表示とを容易に切り替えることができる。

【0120】次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。第3の実施の形態は、第1の実施の形態に比して光源手段が相違する。第3の実施の形態で用いる光源手段は、発光ユニット211のほかに、サブ光源を備

えている。ここでは、発光ユニット211およびサブ光源をそれぞれ自発光型の光源で構成している。

【0121】サブ光源は、q行q列の行列状の領域から略均等に拡散光が射出し得るように各単位発光ブロックのうち発光ユニットを配置していない部分に配置された光源である。たとえば、光源の配置が全体として格子状になるように、発光ユニット211の隙間にサブ光源を配置したり、発光ユニット211を含めて光源が均等な間隔で配置されて略面状光源となるようにサブ光源を配置する等である。

【0122】3次元画像を表示する際には発光ユニット211のみを点灯する。2次元画像を表示する際にはサブ光源を点灯して、単位発光ブロックの全領域から略均等に光を放射状に射出するようにする。これにより、画像用ディスプレイデバイス400の各画素を通過する光が特定の指向性を持ったものだけに限定されなくなり、2次元画像表示が行われる。

【0123】なお、光源手段を、透過型の光源用ディスプレイデバイスと、この光源用ディスプレイデバイスを裏面から照明する面状光源とから構成してもよい。3次元画像を表示する際には、発光ユニット211に相当する箇所にだけ開口を有するマスクパターンを光源用ディスプレイデバイスに表示して面状光源を点灯し、第1の実施の形態で示した光源手段200と等価な光源として作用させる。

【0124】2次元画像を表示する際には、光源用ディスプレイデバイスに表示するマスクパターンを単位発光ブロックの全領域から略均等に拡散光が射出されるように設定する。これにより面状光源をサブ光源としても機能させる。たとえば、透過型の光源用ディスプレイデバイスにノーマリーホワイトのLCDを使用した場合、電圧印加時にはマスクが形成されて3次元画像表示となり、電圧無印加時にはマスクが無くなって2次元画像表示となるようにする。ただし、その場合、3次元画像表示の時は2次元画像表示の時より面状光源の露出面積が低下するので、面状光源の輝度を調整するなどして両者の明るさのバランスをとる。

【0125】次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。第4の実施の形態では、画像用ディスプレイデバイスの各画素を、RGB横ストライプのサブ画素で構成する。また光源側には、各発光ユニット毎に、画像用ディスプレイデバイスのRGB横ストライプと光学的に共役な位置に同じ原色を配置するようにRGB横ストライプのカラーフィルターを設けたり、各発光ユニットを画像用ディスプレイデバイスのRGB横ストライプと光学的に共役な位置に同じ原色を配置するようにRGB横ストライプの発光部で構成する。

【0126】図18で示したものでは、1つの発光ユニット1810は、上からR、G、Bの順に並ぶ横ストライプ状の光源で形成されている。画像用ディスプレイ

バイス1820の各画素は、上からB、G、Rの順に並ぶ横ストライプ状に3つのサブ画素で形成されている。

【0127】まず、画像用ディスプレイデバイス1820の各画素をRGBの横ストライプ状のサブ画素で構成することにより、見込み角の違いによる画素毎のカラーバランスの偏りが防止される。すなわち、各画素をRGBの縦ストライプ状のサブ画素で構成すると、各サブ画素を通過する光は水平方向に特定の指向性を持っているので、観察領域には、RGB毎に縦縞が形成されてしまい、観察者からの見込み角の違いにより画素毎のカラーバランスに偏りが生じてしまう。一方、各画素をRGBの横ストライプ状のサブ画素で構成すると、各サブ画素を通過した光は、各サブ画素通過後に垂直方向に拡散するので、カラーバランスの偏りが防止される。

【0128】また発光ユニット1810を画像用ディスプレイデバイスのRGB横ストライプと光学的に共役な位置に同じ原色を配置するようにRGB横ストライプ状の光源としたので、加工上の誤差や光学的な収差に起因する視差画像同士のクロストークを抑止することができる。

【0129】各発光ユニットから白色光を射出する場合には、横シリンドリカルレンズによって集光された光が、加工上の誤差や収差により、隣の画素に漏れて入射すると、本来の画素の画像情報と隣の画素の画像情報との混合したものが視認されることになり、視差画像同士のクロストークが生じてしまう。

【0130】本実施の形態では、たとえば、発光ユニット1810の赤(R)の横ストライプ状の箇所から射出した光は、横シリンドリカルレンズ1830によって、画像用ディスプレイデバイス1820の赤色のサブ画素に集光される。このとき、収差などによって赤色の光が隣のサブ画素に漏れて入射したとしても、隣のサブ画素は、緑(G)または青(B)なので、赤色の光を透過しない。つまり、サブ画素2つ分の余裕があり、隣の画素の同じ色のサブ画素に至るほどの収差や加工上の誤差が生じない限り、視差画像同士のクロストークが生じることはなく、鮮明な立体像を表示することができる。

【0131】次に第5の実施の形態について説明する。図19に示すように、本発明の第5の実施の形態にかかる3次元画像表示装置は、垂直方向に延びた線状光源1911が、所定の間隔をあけて水平方向に並ぶ線状光源アレイ1910と、線状光源アレイ1910よりも観察者の側に置かれ、視差数分の視差画像のそれぞれを縦ストライプ状に分解し所定の順序で交互に並べて1つの画像に合成した縦ストライプ状の合成画像を表示する透過型の画像用ディスプレイデバイス1920と、線状光源アレイ1910と画像用ディスプレイデバイス1920の間に配置された水平方向に母線を持つ横シリンドリカルレンズアレイ1930とから構成されている。

【0132】線状光源アレイ1910の各線状光源19

11は、RGBの3原色の発光部を周期的に縦方向に並べて構成されている。また画像用ディスプレイデバイス1920の各画素は、RGB横ストライプのサブ画素で構成されている。そして、線状光源アレイ1911の各原色の発光部と、画像用ディスプレイデバイス1920の各原色のサブ画素との同じ原色のもの同士が光学的に共役な関係になるように配置してある。

【0133】これにより、図18で示したものと同様に、線状光源アレイ1910の赤(R)色の発光部から射出された光は、横シリンドリカルレンズアレイ1930により画像用ディスプレイデバイス1920の表示面上では、R色のサブ画素に集光され、線状光源アレイ1910の緑(G)色の発光部から射出された光は画像用ディスプレイデバイス1920上のG色のサブ画素に集光され、線状光源アレイ1910の青(B)色の発光部から射出された光は画像用ディスプレイデバイス1920上のB色のサブ画素に集光される。

【0134】このようにすれば、各原色の発光部から射出された光のほとんどが対応する原色のサブ画素を通過するので、図20に示すように縦ストライプ状の白色光源2011を用いる場合に比べて光線の利用効率を略3倍に高めることができる。すなわち、図20に示したもので、白色光源から各サブ画素に到達した光のうちそのサブ画素の原色に対応した波長の光しか透過しないので、光線の利用効率が低下するが、図19に示すものでは、各発光部から射出された光線のほとんどすべてが画像用ディスプレイデバイス1920を透過するので光線を効率良く利用することができる。

【0135】また、第5の実施の形態を、時分割方式の3次元画像表示に適用すれば、従来のものに比べて格段に明るい時分割方式の3次元画像表示装置を構成することができる。すなわち、図19と同様の線状光源を図19より密に配置したうえ、常に点灯状態にある線状光源同士が図19と同様な間隔で在るようにしながら順次点滅させ、その点滅と同期するかたちで画像用ディスプレイデバイスの表示画素を切り替えることにより、特定の方向に向けて相補的な視差画像を順次表示し、それらの相補的な視差画像同士が残像効果により一体の視差画像として視認されることを利用して高精細でかつ明るい3次元画像を表示する3次元画像表示装置を構成することができる。

【0136】次に、第6の実施の形態について説明する。第6の実施の形態では、図18に示すようなサブ画素を必要とせずにカラー立体像を表示することが可能になっている。

【0137】図22に示すように、RGB各原色分の光源手段2200を、異なる原色の発光ユニット2201、2202、2203同士が重ならないように配置する。図2に示した光源手段200では、3行3列の行列状の領域(縦Vs横Hsの領域)の互いに同じ行および

同じ列に属さない3箇所の部分領域のそれぞれに1つの発光ユニット211を配置したが、図22に示す光源手段2200では、図2の各部分領域にそれぞれRGB各原色分の発光ユニット2201、2202、2203を配置している。横シリンドリカルレンズ2210は、図2、図18に示したものと同様のものである。

【0138】カラー画像を表示する際には、各原色の発光ユニット2201、2202、2203を互いに同時に点灯しないように順次点滅し、その点滅に同期するように透過型の画像用ディスプレイデバイス2220に各原色に対応する画像を順次表示する。たとえば、図22に示すように、R、G、Bの順で繰り返すように各原色の発光ユニット2201、2202、2203を順次点灯する。

【0139】R色の発光ユニット2201を点灯している間は、図22aに示すように透過型の画像用ディスプレイデバイス2220にR色に対応する画像を表示する。次にG色の発光ユニットを点灯している間は、同図bに示すように透過型の画像用ディスプレイデバイス2220にG色に対応する画像を表示する。このとき、R色の発光ユニット2201とG色の発光ユニット2202の配置の違いに対応して、透過型の画像用ディスプレイデバイス2220に表示するG色の画像の表示位置を変える。図22bでは、G色の発光ユニット2202がR色に比べ、向かって右に一升ずれているので、これに対応して同一の視差画像に属する画素の表示位置を向かって右に一升分ずらしてある。

【0140】次にB色の発光ユニットを点灯している間は、同図cに示すように透過型の画像用ディスプレイデバイス2220にB色に対応する画像を表示する。このとき、R色、G色の発光ユニット2201、2202とB色の発光ユニット2203の配置の違いに対応して、透過型の画像用ディスプレイデバイス2220に表示するB色の画像の表示位置を変える。図では、B色の発光ユニット2203がG色に比べ、向かって右にさらに一升ずれているので、これに対応して同一の視差画像に属する画素の表示位置をG色のそれに比べ、向かって右にさらに一升分ずらしてある。

【0141】このように、RGB各色の発光ユニットの位置が異なることに対応して、各視差画像に対応する画素の表示位置を変えるので、色ごとに発光ユニットの位置が変わっても、同一の視差画像を観察領域内の同一位置から観察することができる。したがって、残像効果の得られる速度で発光色および当該発光色の変化に同期させてディスプレイデバイスの表示内容とその表示位置を変化させれば、観察者にRGB各原色の3次元画像が合成されたフルカラー3次元画像を視認せしめることができる。

【0142】フィールドシーケンシャル方式によるフルカラー表示では、サブ画素が必要なくなるので、通常の

LCDに比べて画素密度を3倍にすることができる。特に本実施の形態で示したフィールドシーケンシャル方式を導入した場合、発光ユニットの面積を大きくできる分だけ、時間×面積当たりの発光エネルギーを小さくできるので、発光素子を長持ちさせることができる。なお図23は、フィールドシーケンシャル方式によるフルカラー表示を行う場合における各原色の発光ユニットの各種の配置例を示している。

【0143】次に第7の実施の形態について説明する。第7の実施の形態では、ハエの目レンズ等を用いることによって必要な単位発光ブロックの数が少なくなっている。

【0144】第7の実施形態では、横シリンドリカルレンズアレイの代わりに、垂直断面と水平断面とでレンズ作用の異なる光学ユニットを行列状に並べることにより結像用光学系2430を構成し、この結像用光学系2430のレンズ作用により、図24に示すように、垂直断面においては複数の発光ユニット2411から成る単位発光ブロックそれぞれの像を画像用ディスプレイデバイス2420の表示面に結像させる。

【0145】水平断面においては、単位発光ブロックそれぞれの像を画像用ディスプレイデバイス2420の表示面付近の光源側(図25)または観察者側(図26)に結像させる。

【0146】例えば、図24、25、26に示すようにトーリックレンズアレイ2434から成る結像用光学系2430を用いた構成において、単位発光ブロックの縦横の長さをそれぞれ Vs' 、 Hs' とし、単位表示ブロックの縦横の長さを Vd' 、 Hd' とし、トーリックレンズアレイの垂直方向水平方向それぞれのレンズアレイのピッチを Vc' 、 Hc' とし、水平断面における各単位発光ブロックの像の水平方向の長さを hs'' とし、単位発光ブロックそれぞれとトーリックレンズアレイとの距離を $L1'$ とし、トーリックレンズアレイと画像用ディスプレイデバイスの表示面との距離を $L2'$ とし、画像用ディスプレイデバイスの表示面と所定の観察位置との距離を $L3'$ とし、水平断面における各単位発光ブロックの像と画像用ディスプレイデバイスの表示面との距離を Lh' とし、トーリックレンズアレイのレンズユニットの垂直断面内水平断面内それぞれの焦点距離を f_v' 、 f_h' とする。

【0147】このとき、図25のように水平断面における各単位発光ブロックの像が画像用ディスプレイデバイスの表示面に対して光源側にあるときは、

$$\begin{aligned} 1/f_v' &= 1/L1' + 1/L2' \\ 1/f_h' &= 1/L1' + 1/(L2' - Lh') \\ Vs' : Vd' &= L1' : L2' \\ Hs' : hs'' &= L1' : (L2' - Lh') \\ n/Vc' &= 1/Vs' + 1/Vd' \\ n/Hc' &= 1/Hs' + 1/Hs'' \end{aligned}$$

$Hs'' : (q \times Hd') = (L3' + Lh') : L3'$
なる関係を満足するように設定する。

【0148】また図26のように、水平断面における各単位発光ブロックの像が画像用ディスプレイデバイスの表示面に対して観察者側にあるときは、

$$1/fv' = 1/L1' + 1/L2'$$

$$1/fh' = 1/L1' + 1/(L2' + Lh')$$

$$Vs' : Vd' = L1' : L2'$$

$$Hs' : Hs'' = L1' : (L2' + Lh')$$

$$n/Vc' = 1/Vs' + 1/Vd'$$

$$n/Hc' = 1/Hs' + 1/Hs''$$

$Hs'' : (q \times Hd') = (L3' - Lh') : L3'$
なる関係を満足するように設定する。

【0149】なお、図24～図26および上述した関係式は、トーリックレンズアレイを用いた場合にそのまま使用できるものである。また水平断面における各単位発光ブロックの像が画像用ディスプレイデバイスの表示面に対して観察者側にあるときは、画像用ディスプレイデバイスの表示面での視差数分ごとの画素の並びは、観察領域に表示すべき視差画像の並び順と逆の順になる。

【0150】結像用光学系2430としては図31

(a)、(b)、(c)に示すように様々なバリエーションがある。同図(a)は、縦シンドリカルレンズアレイ2431と横シンドリカルレンズアレイ2432とを組み合わせる結像用光学系を用いた構成を示している。また同図(b)は、ハエの目レンズ板2433と横シンドリカルレンズアレイ2432とを組み合わせる結像用光学系を用いた構成を示している。同図(c)は、トーリックレンズアレイ2434によって成る結像用光学系を用いた構成を示している。

【0151】なお、図31(a)の縦シンドリカルレンズアレイ2431や図31(b)の横シンドリカルレンズアレイ2432はいずれも凸シンドリカルレンズから成るが、それらを凹シンドリカルレンズから成るシンドリカルレンズアレイとしても構成可能である。また、単位発光ブロックの像は倒立像に限らず正立像でもよい。

【0152】例えば、まずハエの目レンズ板2433によって単位発光ブロックの実像(倒立像)を結像させ、次に横シンドリカルレンズアレイ2432のレンズ作用によって前記実像の像(垂直断面における正立像)を画像用ディスプレイデバイス2420の表示面に結像させてもよい。その場合ハエの目レンズ板2433は各単位発光ブロックを光学的に縮小する役目を果している。

【0153】このように、結像用光学系を介在させることにより、画像用ディスプレイデバイスの画素数に比べて格段に少ない数の発光ユニットによって光源手段を構成することができる。たとえば、結像用光学系の垂直方向の倍率を1/10とし、水平方向の倍率を1/20とし、視差数を9とすると、発光ユニットの数は、画像用

ディスプレイデバイスの画素数の1/1800程度で済む。

【0154】そして、その程度の数であれば、発光ユニットとしてLEDを使用することが可能となる。LEDは輝度、発色、耐久性ともに優れた特性を有しており、これを本実施の形態の発光ユニットとして使用した場合には、面状光源とマスク基盤による発光ユニットに比べて光線の利用効率の点で格段に優れたものになる。

【0155】以上説明した実施の形態では、qおよびrを2以上の整数として説明したが、視差数をpとし、qおよびrを $q \geq 2$ 、 $r \geq 1$ で $p = q \times r$ の関係を有する整数としてもよい。すなわち、rが1であってもかまわない。図27は、 $q = 2$ 、 $r = 1$ とした場合における単位発光ブロックの配置状態(同図a)と単位表示ブロックの配置状態(同図b)の一例を示している。図中の白部分は、発光ユニット2701であり、斜線部分は、光を射出しない非発光部分である。なお図28は、 $q = 2$ 、 $r = 2$ の場合の単位発光ブロックの配置状態(同図a)と単位表示ブロックの配置状態(同図b)の一例を対比として示したものである。

【0156】また上述した実施の形態では、単位発光ブロックの発光ユニット上の1点より放射状に射出する光束が、水平断面では画像用ディスプレイデバイスの表示面を少なくとも画素p個分の幅に広がって通過するとともに、画素p個分の幅に広がって表示面を通過した光束が観察領域の左端から右端に広がって到達するものとしたが、厳密に以上のような条件を満足しなくてもよい。

【0157】すなわち、図29に示すように単位発光ブロックの発光ユニット2901から放射状に射出する光束が、水平断面では画像用ディスプレイデバイスの表示面2902を少なくとも画素p個分にまたがる幅に広がって通過するものであればよい。図29は、視差数 $p = 4$ の場合の一例であり、図示するように、1個の発光ユニット上の各点からの放射を総計した放射が、画素p個分にまたがる幅に広がればよい。

【0158】また、厳密に観察領域の左端から右端にまで広がらずとも、観察領域の左右終端がぼやけてしまう状態を許容すれば、観察領域の左右にある程度の幅で広がっていればよい。

【0159】このほか、実施の形態では、単位発光ブロックの縦横の長さ Vs 、 Hs と、単位表示ブロックの縦横の長さをそれぞれ Vd 、 Hd と、横シンドリカルレンズアレイのピッチ Vc と、光源手段と横シンドリカルレンズアレイとの距離を $L1$ と、横シンドリカルレンズアレイと画像用ディスプレイデバイスの表示面との距離 $L2$ と、画像用ディスプレイデバイスの表示面と所定の観察位置との距離を $L3$ と、横シンドリカルレンズの垂直断面内の焦点距離を fv とが、

$$1/fv = 1/L1 + 1/L2$$

$$Vs : Vd = L1 : L2$$

$V_s : V_d = (L_1 + L_2 + L_3) : L_3$
 $V_s : 2(V_c/n) = (L_1 + L_2 + L_3) : (L_2 + L_3)$
 $H_s : (q \times H_d) = (L_1 + L_2 + L_3) : L_3$
 なる関係を満足するものとしたが、
 $1/f_v = 1/L_1 + 1/L_2$
 $V_s : V_d = L_1 : L_2$

$V_s : V_d = L_1 : L_2$ から

$$(V_s/V_d) + 1 = (L_1/L_2) + 1$$

$$(V_s + v_d)/V_d = (L_1 + L_2)/L_2 \quad \dots (1)$$

次に、図30において三角形の相似関係から

$$V_s/V_{c0} = (L_1 + L_2)/L_2 \quad \dots (2)$$

の関係を導く。ただし $V_{c0} = V_c/n$ とする。

【0162】(1)式と(2)式とから

$$V_s/V_{c0} = (V_s + V_d)/V_d$$

$$1/V_{c0} = (V_s + V_d)/(V_s \times V_d)$$

$$1/V_{c0} = 1/V_s + 1/V_d$$

$$n/V_c = 1/V_s + 1/V_d$$

このように、

$$V_s : V_d = (L_1 + L_2 + L_3) : L_3$$

$$V_s : 2(V_c/n) = (L_1 + L_2 + L_3) : (L_2 + L_3)$$

なる関係に代えて、

$$n/V_c = 1/V_s + 1/V_d$$

の関係が成立すればよい。

【0163】このほか第1、第2の実施の形態では、光源手段200を、発光ユニット211に相当する箇所に開口を有するマスク基板201と、このマスク基板201を裏面から照明する面状光源202とから構成したが、光源手段200の各発光ユニット211を、自発光型の発光部で構成してもよい。特に、省電力化と薄型化という観点から、自発光型FPD(フラットパネルディスプレイ)を用いるのがよい。

【0164】ところで、本発明の第1、第2の実施の形態で用いる光源は、予め定めた箇所に配置された発光部が常時点灯すればよい。また第3の実施の形態のように3次元画像表示のときと2次元画像表示のときとで光源の発光状態を変えるものでも、3次元画像表示を行うときと2次元画像表示を行うときとで発光位置を切り替えることができればよいので、自発光型FPDとして、細かく点灯箇所を変えられるような高級なものを使用する必要はない。

【0165】したがって、EL(エレクトロルミネッセンス)パネル、VFD(蛍光表示管)、LED(発光ダイオード)パネル、PDP(プラズマディスプレイ)、FED(フィールドエミッションディスプレイ)などを光源手段200の候補とすることができる。またこれらの内、ELパネルはRGB3原色の微細パターンを常時全面画点灯するFPDを安価に構成できることから、本発明に適合する高輝度のものが開発できれば本発明に最

$$* n/V_c = 1/V_s + 1/V_d$$

$$H_s : (q \times H_d) = (L_1 + L_2 + L_3) : L_3$$

なる関係を満足するように設定するだけでも、良好な立体像を観察することができる。

【0160】 $n/V_c = 1/V_s + 1/V_d$ の関係は以下のようにして証明される。

* 【0161】まず、

も適したFPDだと考えられる。好都合な事に、高輝度有機ELの研究開発が最近急速に進展していて、すでに研究室段階ではカラープロジェクターに利用できるよう高輝度の面状光源が実現している(1998年9月22日発表、豊田中央研究所・セイコーエプソン基盤技術研究所共同研究)。

【0166】また第2および第3の実施の形態では、画面全体を3次元画像表示と2次元画像表示に切り替えたが、画面の一部を3次元画像表示とし、他の一部を2次元画像表示とすることもできる。たとえば、図14に示した線状電極1411のうち、3次元画像表示を行う領域にある線状電極だけに電圧を印加すれば、3次元画像表示と2次元画像表示を同一の画面上に混在させることができる。第3の実施の形態のように光源側を切り替える場合も同様であり、発光ユニットだけを点灯する領域とサブ光源も点灯する領域とを混在させれば、3次元画像表示と2次元画像表示とを混在させることができる。

【0167】このほか、第2の実施の形態では、2次元画像表示のための光の拡散を、液晶シリンドリカルレンズアレイ1400の高分子分散型液晶の層1440で行うようにしたが、透過状態と拡散状態との2状態に切り替えができる拡散性制御手段として機能するものを独立に配置してもよい。この場合、拡散性制御手段は、光源手段200と画像用ディスプレイデバイス400の観察者側の表示面の近傍との間であれば、任意の箇所に配置することができる。

【0168】本発明に使用される主要部品のうち、画像用ディスプレイデバイス(LCD)は既成の生産設備をほぼそのまま流用できるものである。既成のLCDとの唯一の違いはRGB3原色のカラーフィルタの配列が縦ストライプではなく横ストライプだということである。なお、将来的にはLCDに液晶シリンドリカルレンズアレイや自発光型デバイスを積層させてオールインワンの3D-FPDデバイスとして規格化することが考えられる。

【0169】また図1、図7、図8などでは $n=2$ の場合を示したが、 $n=1$ にしたり、あるいは $n \geq 3$ にしたりして、横シリンドリカルレンズアレイ300のピッチ V_c をより小さくしたり、あるいは大きくしたりしてもよい。図21の(a)は $n=1$ 、同図(b)は $n=2$ 、

同図(c)は $n=3$ 、同図(d)は $n=4$ の場合をそれぞれ示している。図の様に発光ユニットと画素とが所定の共役関係を満足するという条件のもとで横シリンジカルレンズアレイ300のピッチVcを任意に選ぶことができる。

【0170】

【発明の効果】本発明にかかる3次元画像表示方法およびこれを用いた3次元画像表示装置によれば、視差数分の視差画像を行列状の画素配列により表示するので、ストライプ状の画素配列により表示する従来のレンチキュラー方式やバラックスバリア方式の場合のように多眼3次元画像表示において画素密度が縦方向と横方向で極端なアンバランスになることがない。特に、視差画像の縦横の画素密度を同じに設定すれば、通常の撮像素子やレンダリングソフトウェアにより生成したドットマトリックスによる視差数分の2次元画像情報をディスプレイデバイス上に高効率で合成することができる。

【0171】またその場合、ディスプレイデバイスの画素ピッチに対する視差画像の画素ピッチは、レンチキュラー方式やバラックスバリア方式のように視差数倍に拡大されるのではなく、視差数の平方根倍にとどまるので、解像度の劣化を最小に抑えることができる。さらに光源と横シリンジカルレンズアレイと画像用ディスプレイデバイスだけで立体画像を表示できるので、装置の構成が極めて簡略化される。したがって、本発明にかかる3次元画像表示方法を用いれば、安価な構成により64眼や100眼といったきわめて多くの視差数をもつ3次元画像表示を実現できる。

【0172】また、レンズピッチの精度が出しやすい液晶シリンジカルレンズアレイを採用することにより、適視距離のばらつきやクロストーク等を抑止できる。さらに高分子分散型液晶層などの拡散性制御手段により、透過状態と拡散状態とを切り替えるものでは、3次元画像表示とディスプレイデバイスの全解像度を使用した2次元画像表示あるいは2次元画像と3次元画像の混在した画像を容易かつ安価に切り替え表示することができる。特に、拡散性制御手段と液晶シリンジカルレンズアレイとを一体化したものでは、一段と構成が簡略化され、小型化を図ることができる。

【0173】このほか、各単位発光ブロックのうち発光ユニットを配置していない部分にサブ光源を配置したものでは、発光ユニットのみを点灯すると3次元画像表示となりサブ光源をも点灯すると2次元画像表示になるので、3次元画像表示と2次元画像表示とあるいは2次元画像と3次元画像の混在表示とを容易に切り替えることができる。

【0174】特に光源手段を、発光ユニットに相当する箇所開口を有するマスク基板と、マスク基板を裏面から照明する面状光源とから構成するか、あるいはそれぞれの発光ユニットを自発光型の発光部で構成したもので

は、光源の薄型化が図られる。さらに、光源手段を、透過型の光源用ディスプレイデバイスと、光源用ディスプレイデバイスを裏面から照明する面状光源とから構成したものでは、表示するマスクパターンを変更するだけで、3次元画像表示と2次元画像表示用あるいは2次元画像と3次元画像との混在表示とを容易に切り替えることができる。

【0175】また画像用ディスプレイデバイスの各画素を、RGB横ストライプのサブ画素で構成したものは、見込角の違いによる画素毎のカラーバランスの偏りが抑止される。さらに加えて、光源手段の各発光ユニット毎に、画像用ディスプレイデバイスのRGB横ストライプと光学的に共役な位置に同じ原色を配置するようにRGB横ストライプのカラーフィルターあるいはRGB横ストライプの発光部を配置したものでは、加工上の誤差または光学的な収差に起因する視差画像同士のクロストークを抑止し、鮮明な立体像を表示できる。特に、RGB横ストライプの発光部を用いて構成したものでは、光線が無駄なく利用することができる。

【0176】さらにRGB各原色分の光源手段を、異なる原色の発光ユニット同士が重ならないように配置し、各原色の光源手段を互いに同時に点灯しないように順次点滅し、その点滅に同期するように透過型の画像用ディスプレイデバイスに各原色に対応する画像を順次表示するように構成したものでは、残像効果によりRGB各原色の3次元画像が合成されたフルカラー3次元画像を観察者に視認せしめることができる。

【0177】また1つの画素でR、G、Bの各色を時分割表示するので、各画素をRGBのサブ画素に分けて使用する場合に比べて、画素密度を3倍にすることができる。さらに1つの発光ユニットをRGBの発光部分に分ける必要がないので、各色毎の発光ユニットの面積を大きくできる分だけ時間×面積当たりの発光エネルギーを小さくでき、発光素子が長持ちする。

【0178】結像用光学系のレンズ作用により垂直断面においては単位発光ブロックそれぞれの像を画像用ディスプレイデバイスの表示面に結像させ、水平断面においては単位発光ブロックそれぞれの像を画像用ディスプレイデバイス表示面付近の光源側または観察者側に結像させるものでは、画像用ディスプレイデバイスの画素数に比べて格段に少ない数の発光ユニットによって光源手段を構成することができ、たとえば、発光ユニットとして輝度、発色、耐久性ともに優れたLEDを使用することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る3次元画像表示装置を示す斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る3次元画像表示装置の有する光源手段を示す正面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る3次元画像表

示装置の有する横シリンドリカルレンズアレイを示す説明図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置で用いる合成画像の配列状態であって視差数 9 の場合に一例を示す説明図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置で用いる合成画像の配列状態であって視差数 8 の場合に一例を示す説明図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の一水平断面内における光の進路を示す説明図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の一垂直断面内における光の進路を示す説明図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の有する単位発光ブロックから射出された光の進路を示す説明図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の前方に形成される観察領域を上から見た様子を示す説明図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の前方に形成される観察領域を横から見た様子を示す説明図である。

【図 11】水平方向に移動させた 4 つの異なる視点から見た 4 枚の原画を、従来のレンチキュラー方式に適応した縦ストライプ状画素配列による視差数 4 の合成画像に合成する場合と、本発明にかかる方式に適応した行列状画素配列による視差数 4 の合成画像に合成する場合とを比較した説明図である。

【図 12】縦 4 × 横 4 画素の 4 つの原画をレンチキュラー方式に対応した縦ストライプ状画素配列で縦 8 × 横 8 画素の領域に表示する場合と本発明にかかる方式に適応した行列状画素配列で表示する場合とを比較した説明図である。

【図 13】画素の粗さと深度情報密度との関係を示す説明図である。

【図 14】本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置で用いる液晶シリンドリカルレンズアレイの電圧印加状態を示す説明図である。

【図 15】本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置で用いる液晶シリンドリカルレンズアレイの電圧非印加状態を示す説明図である。

【図 16】本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置で 3 次元画像表示を行う場合の光の進路を示す説明図である。

【図 17】本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置で 2 次元画像表示を行う場合の光の進路を示す説明図である。

【図 18】本発明の第 4 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の要部を示す説明図である。

【図 19】本発明の第 5 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置を示す説明図である。

【図 20】従来から使用されている縦ストライプ型の光源を用いた 3 次元画像表示装置の一例を示す説明図である。

【図 21】発光ユニットと画素とが所定の共役関係を満たす横シリンドリカルレンズアレイであってピッチの異なる各種のものを示す説明図である。

【図 22】本発明の第 6 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の要部を示す説明図である。

【図 23】本発明の第 6 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置で用いる光源手段であって各原色発光ユニットの配置が異なるもの各種例を示す説明図である。

【図 24】本発明の第 7 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の垂直断面における光の進路を示す説明図である。

【図 25】本発明の第 7 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の水平断面における光の進路であって単位発光ブロックの像を画像用ディスプレイデバイスの表示面付近の光源側に結像させるものを示す説明図である。

【図 26】本発明の第 7 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の水平断面における光の進路であって単位発光ブロックの像を画像用ディスプレイデバイスの表示面付近の観察者側に結像させるものを示す説明図である。

【図 27】単位表示ブロックを 2 行 1 列とした場合における画像の配列状態とこれに対応する光源手段の配列状態を示す説明図である。

【図 28】単位表示ブロックを 2 行 2 列とした場合における画像の配列状態とこれに対応する光源手段の配列状態を示す説明図である。

【図 29】単位発光ブロックの発光ユニットから放射上に射出する光束が画像用ディスプレイデバイスの表示面を水平断面において画素 p 個にまたがる幅に広がって通過する様子の一例を示す説明図である。

【図 30】 V_s と V_d と V_c の関係を示す説明図である。

【図 31】本発明の第 7 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置で用いる結像用光学系の各種例を示す説明図である。

【符号の説明】

100…3 次元画像表示装置

200、2400…光源手段

201…マスク基板

202…面状光源

210、810、811 から 813…単位発光ブロック

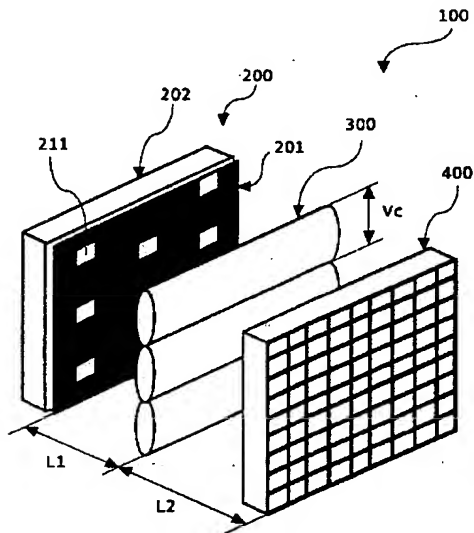
211、1810、2411、2701、2901…発光ユニット

300…横シリンドリカルレンズアレイ

400、1820、2220、2420、2902…画像用ディスプレイデバイス

410、510…単位表示ブロック
 1400…液晶シリンドリカルレンズアレイ
 1410、1420…電極付き透明基板
 1411…線状電極
 1421…面状の透明電極
 1430…液晶レンズ用液晶層
 1440…高分子分散型液晶の層
 1450…電源
 1451…スイッチ
 1910…線状光源アレイ
 1911…線状光源
 1920…画像用ディスプレイデバイス
 1930…横シリンドリカルレンズアレイ

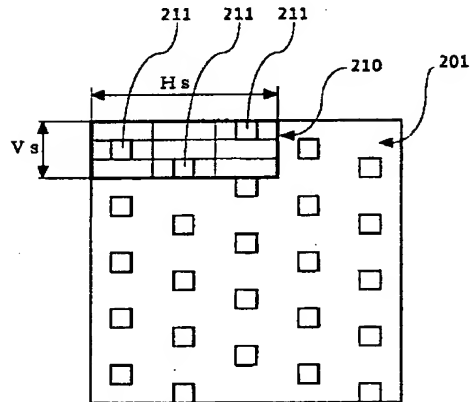
【図1】



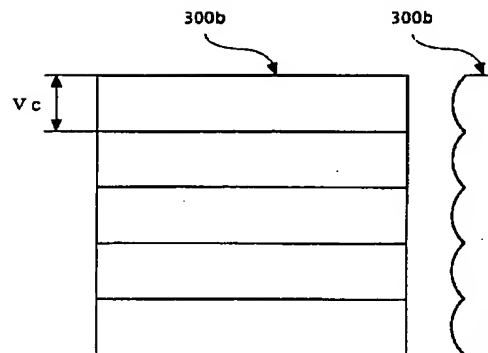
100…3次元画像表示装置
 200…光源手段
 201…マスク基板
 202…面状光源
 211…発光ユニット
 300…横シリンドリカルレンズアレイ
 400…画像用ディスプレイデバイス

* 2011…白色光源
 2200…フィールドシーケンシャル方式によるフルカラー表示用の光源手段
 2201…R色の発光ユニット
 2202…G色の発光ユニット
 2203…B色の発光ユニット
 2210…横シリンドリカルレンズ
 2430…結像用光学系
 2431…縦シリンドリカルレンズアレイ
 10 2432…横シリンドリカルレンズアレイ
 2433…ハエの目レンズ板
 2434…トーリックレンズアレイ
 *

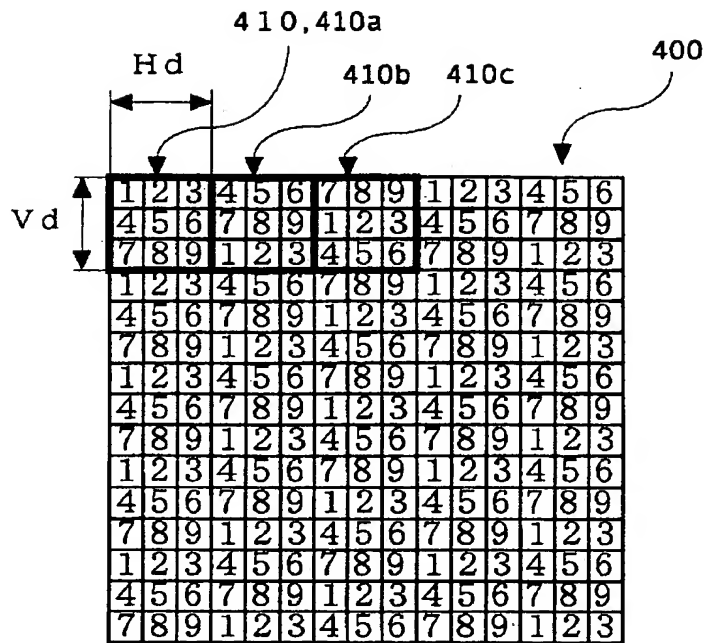
【図2】



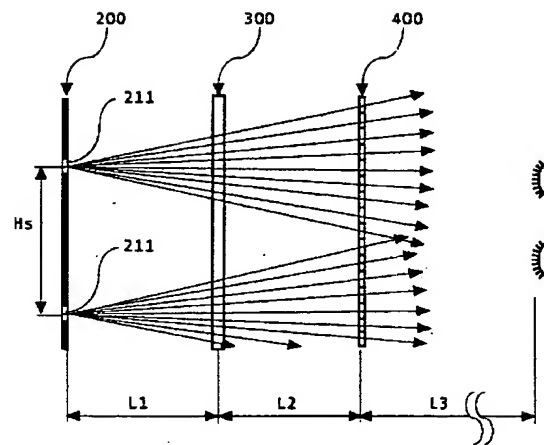
【図3】



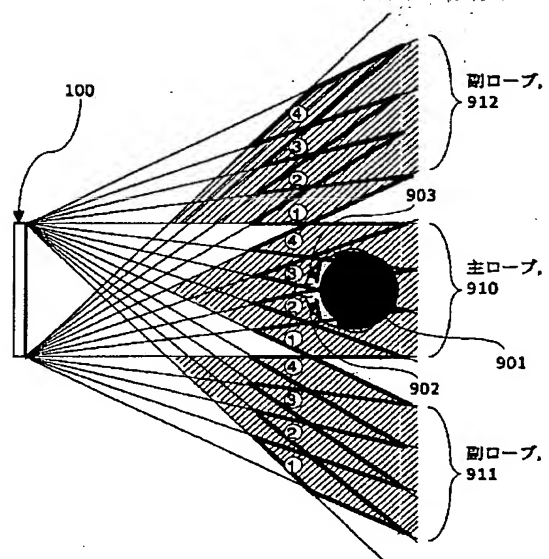
【図4】



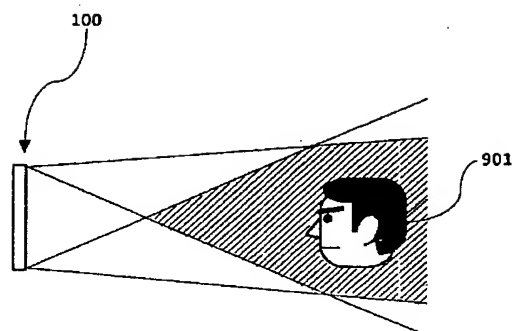
【図6】



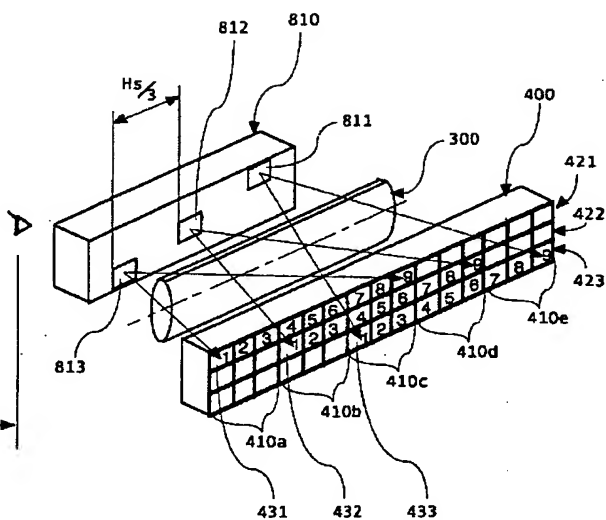
【図9】



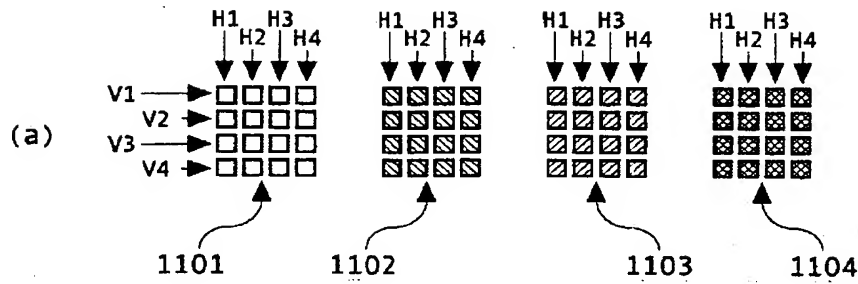
【圖 10】



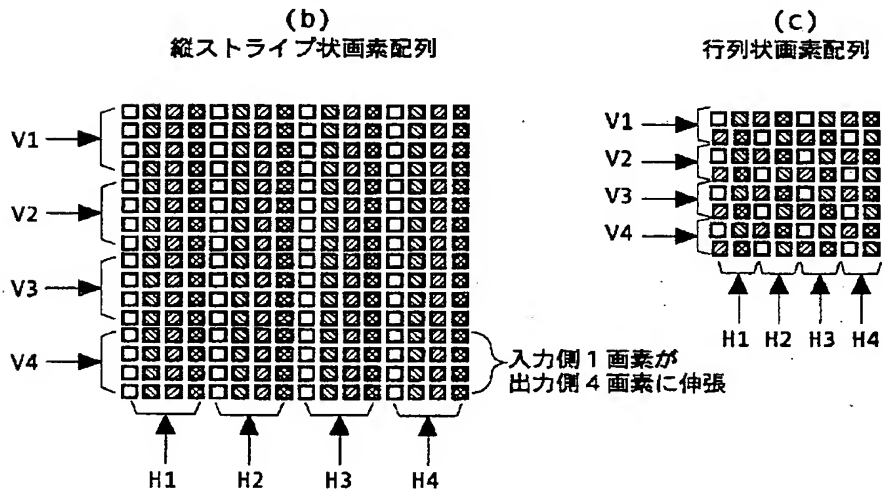
【圖8】



【図11】



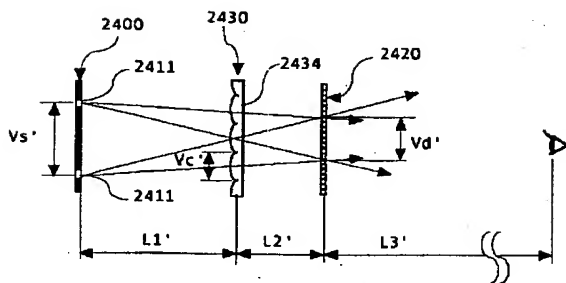
(a)の全画像情報を表示できる
縦横同画素ピッチの表示体



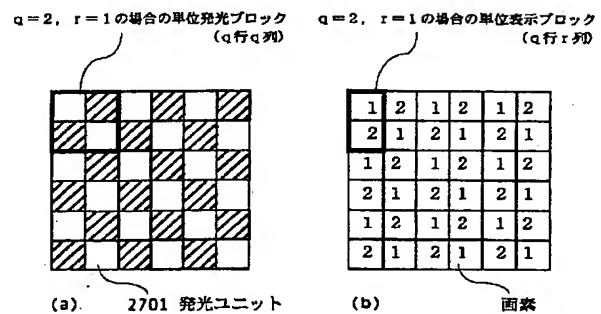
【両方式の比較】

必要画素数 4 : 1 (視差数 : 1)

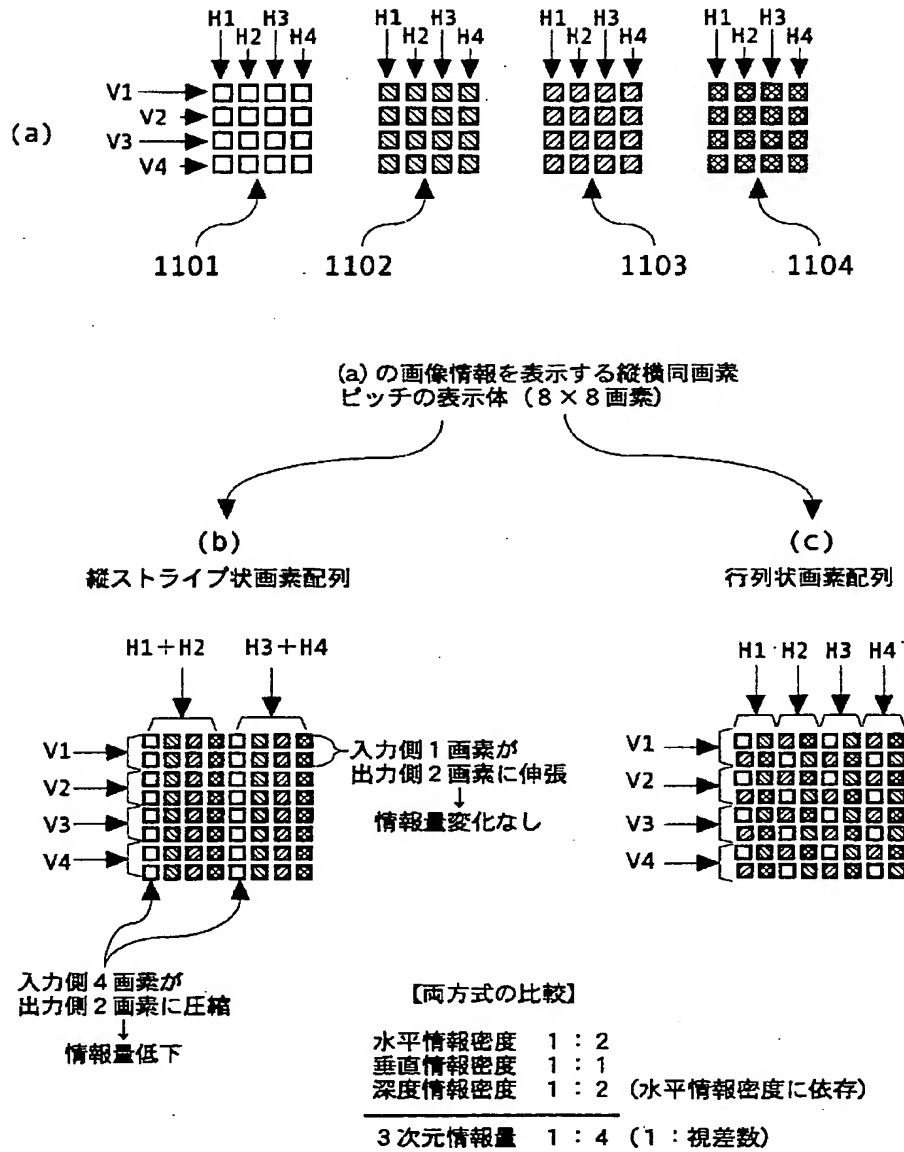
【図24】



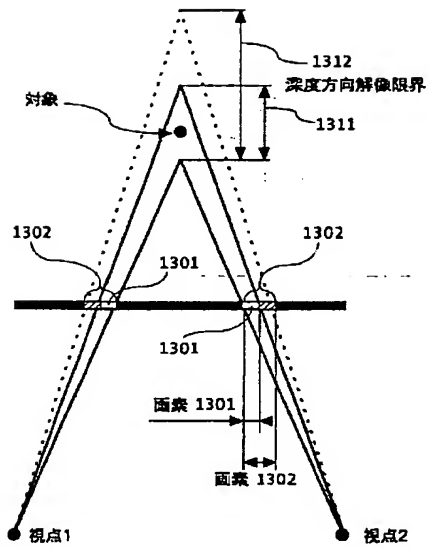
【図27】



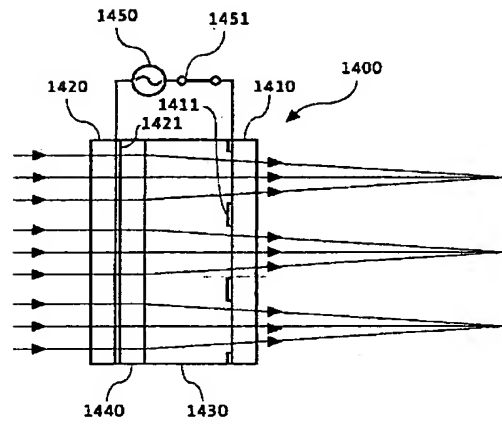
【図12】



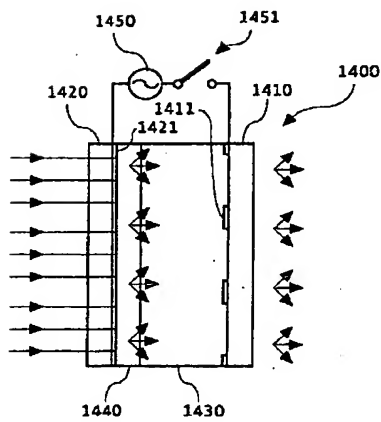
【図13】



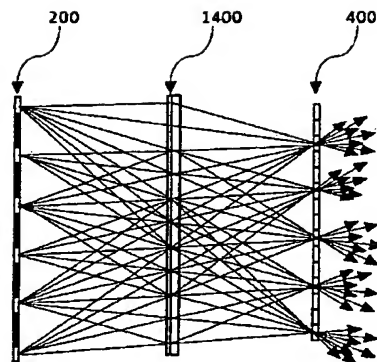
【図14】



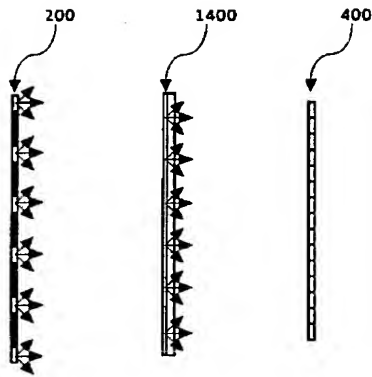
【図15】



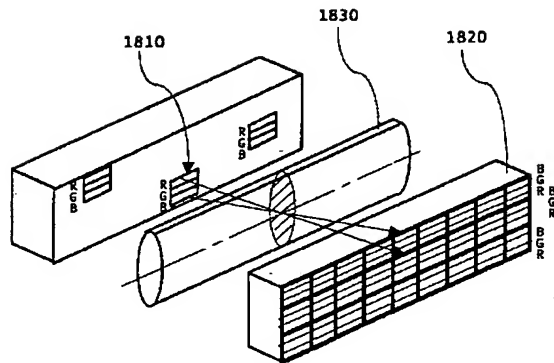
【図16】



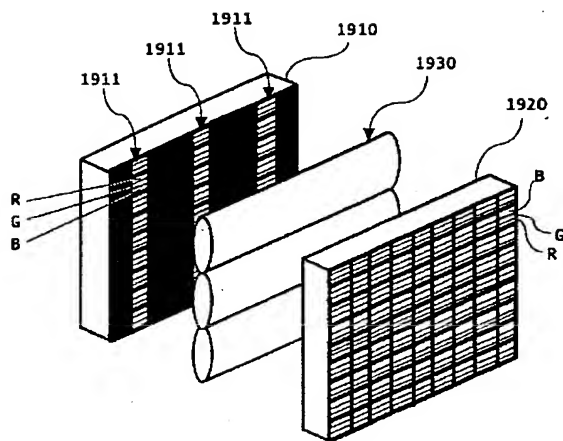
【図17】



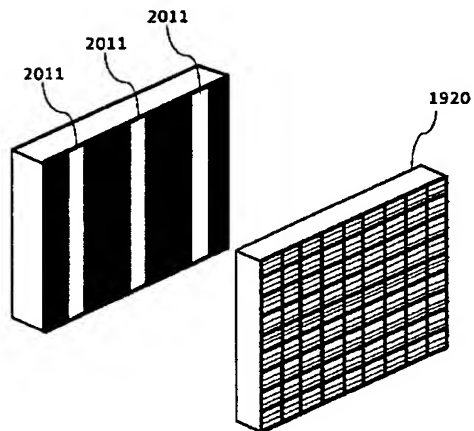
【図18】



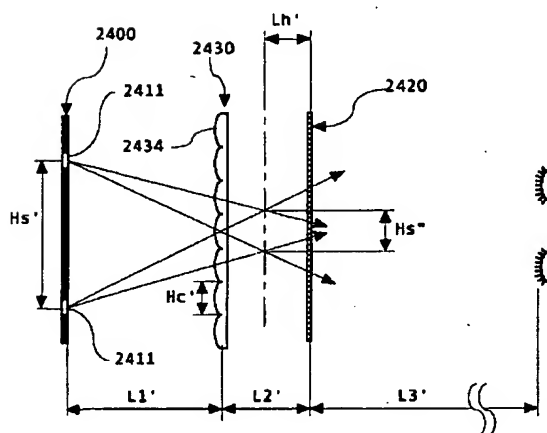
【図19】



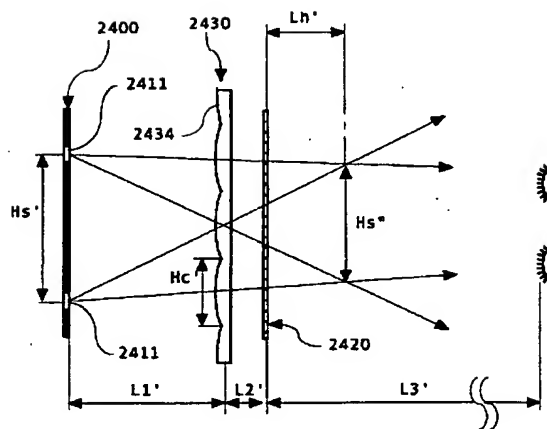
【図20】



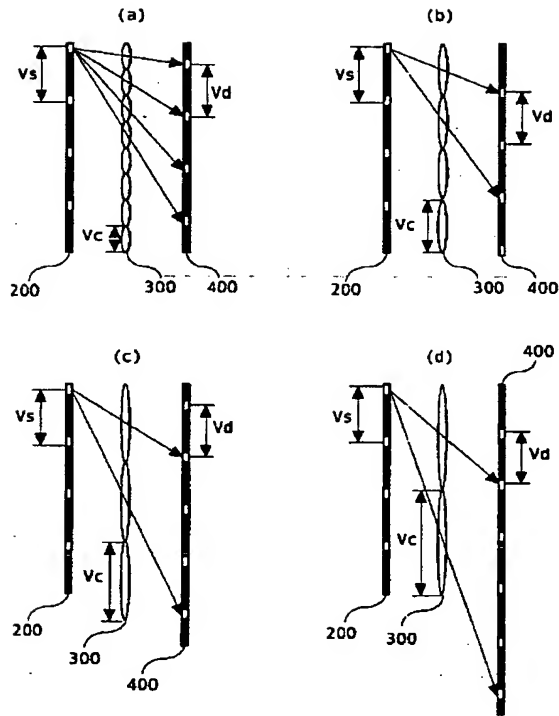
【図25】



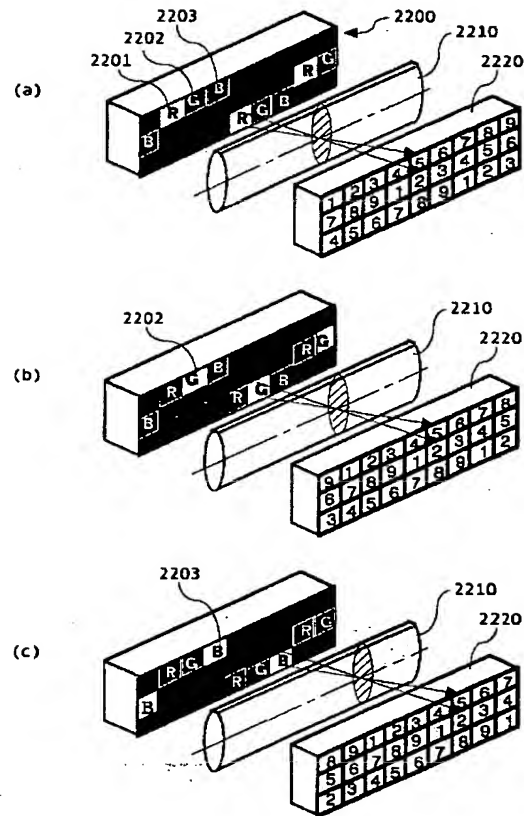
【図26】



【図 21】

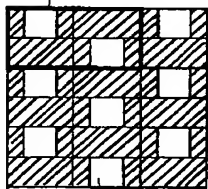


【図 22】



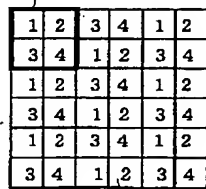
【図 28】

$q=2, r=2$ の場合の単位発光ブロック
(q 行 q 列)



(a) 発光ユニット

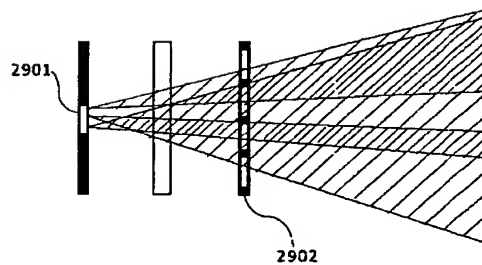
$q=2, r=2$ の場合単位表示ブロック
(q 行 r 列)



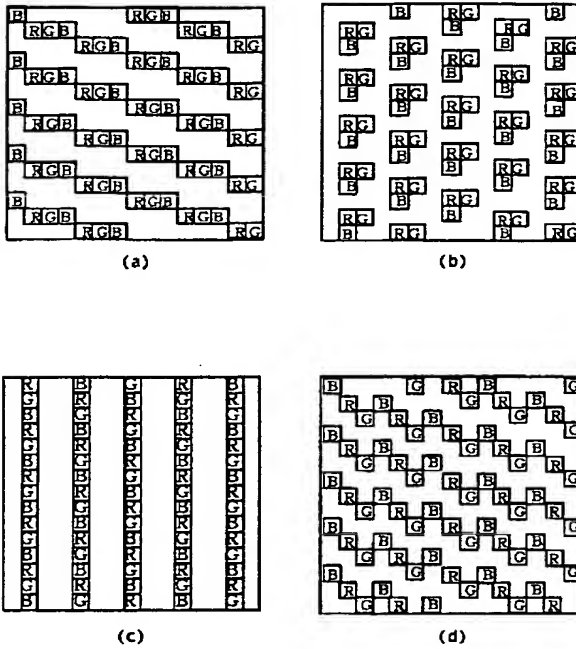
(b) 画素

【図 29】

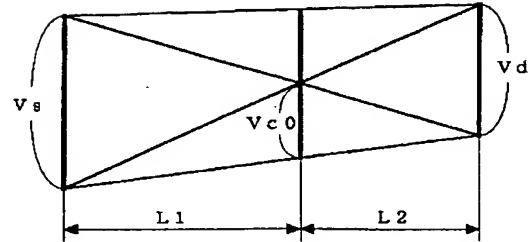
$P=4$



【図23】



【図30】



【図31】

